

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In the application of:

Lars HEINECK et al.

Serial No.: New Application

Filing Date: November 26, 2003

For: METHOD FOR FABRICATING...

Examiner: Not Yet Assigned

Group Art Unit: Not Yet Assigned

SUBMISSION OF CERTIFIED FOREIGN PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

Under the provisions of 35 USC 119, Applicants hereby claim the benefit of the filing of German patent application No. 102 55 845.0 filed November 29, 2002.

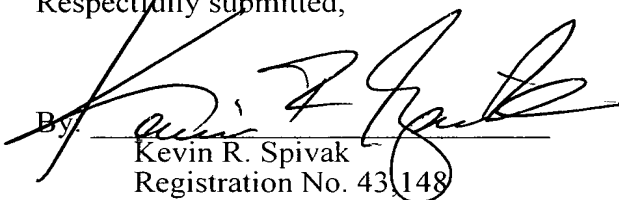
The certified priority document is attached to perfect Applicant's claim for priority.

It is respectfully requested that the receipt of the certified copy attached hereto be acknowledged in this application.

In the event that the transmittal letter is separated from this document and the Patent and Trademark Office determines that an extension and/or other relief is required, applicants petition for any required relief including extensions of time and authorize the Commissioner to charge the cost of such petitions and/or other fees due in connection with the filing of this document to **Deposit Account No. 03-1952** referencing **543822002100**.

Dated: November 26, 2003

Respectfully submitted,

By 
Kevin R. Spivak
Registration No. 43,148

Morrison & Foerster LLP
1650 Tysons Boulevard, Suite 300
McLean, Virginia 22102
Telephone: (703) 760-7762
Facsimile: (703) 760-7777



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 55 845.0

Anmeldetag: 29. November 2002

Anmelder/Inhaber: Infineon Technologies AG, München/DE

Bezeichnung: Herstellungsverfahren für einen Grabenkonden-
sator mit einem Isolationskragen, der über einen
vergrabenen Kontakt einseitig mit einem Substrat
elektrisch verbunden ist, insbesondere für eine
Halbleiterspeicherzelle

IPC: H 01 L 21/8242

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 11. November 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A stylized, handwritten signature in black ink, likely belonging to the President of the German Patent and Trade Mark Office.

Dzierzon

Beschreibung

Herstellungsverfahren für einen Grabenkondensator mit einem Isolationskragen, der über einen vergrabenen Kontakt einseitig mit einem Substrat elektrisch verbunden ist, insbesondere für eine Halbleiterspeicherzelle

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Herstellungsverfahren für einen Grabenkondensator mit einem Isolationskragen, der über einen vergrabenen Kontakt einseitig mit einem Substrat elektrisch verbundenen ist, insbesondere für eine Halbleiterspeicherzelle.

Obwohl prinzipiell auf beliebige integrierte Schaltungen anwendbar, werden die vorliegende Erfindung sowie die ihr zugrundeliegende Problematik in bezug auf integrierte Speicherschaltungen in Silizium-Technologie erläutert.

Figur 1 zeigt eine schematische Schnittdarstellung einer Halbleiterspeicherzelle mit einem Grabenkondensator und einem damit verbundenen planaren Auswahltransistor.

In Figur 1 bezeichnet Bezugszeichen 1 ein Silizium-Halbleitersubstrat. Vorgesehen in dem Halbleitersubstrat 1 sind Grabenkondensatoren GK1, GK2, welche Gräben G1, G2 aufweisen, deren elektrisch leitende Füllungen 20a, 20b erste Kondensatorelektroden bilden. Die leitenden Füllungen 20a, 20b sind im unteren und mittleren Grabenbereich durch ein Dielektrikum 30a, 30b gegenüber dem Halbleitersubstrat 1 isoliert, welches seinerseits die zweiten Kondensatorelektroden bildet (ggf. in Form einer nicht gezeigten Buried Plate).

Im mittleren und oberen Bereich der Gräben G1, G2 sind umlaufende Isolationskrägen 10a, 10b vorgesehen, oberhalb derer vergrabene Kontakte 15a, 15b angebracht sind, die mit den leitenden Füllungen 20a, 20b und dem angrenzenden Halbleitersubstrat 1 in elektrischem Kontakt stehen. Die vergrabenen

Kontakte 15a, 15b sind nur einseitig an das Halbleitersubstrat 1 angeschlossen (vgl. Fig. 2a,b). Isolationsgebiete 16a, 16b isolieren die andere Substratseite gegenüber den vergrabenen Kontakten 15a, 15b bzw. isolieren die vergrabenen Kontakte 15a, 15b zur Oberseite der Gräben G1, G2 hin.

Dies ermöglicht eine sehr hohe Packungsdichte der Grabenkondensatoren GK1, GK2 und der dazu gehörigen Auswahltransistoren, welche nunmehr erläutert werden. Dabei wird hauptsächlich Bezug genommen auf den Auswahltransistor, der zum Grabenkondensator GK2 gehört, da von benachbarten Auswahltransistoren lediglich das Drain-Gebiet D1 bzw. das Source-Gebiet S3 eingezeichnet ist. Der zum Grabenkondensator GK2 gehörige Auswahltransistor weist ein Source-Gebiet S2, ein Kanalgebiet K2 und ein Drain-Gebiet D2 auf. Das Source-Gebiet S2 ist über einen Bitleitungskontakt BLK mit einer oberhalb einer Isolationsschicht I angeordneten (nicht gezeigten) Bit-Leitung verbunden. Das Drain-Gebiet D2 ist einseitig an den vergrabenen Kontakt 15b angeschlossen. Oberhalb des Kanalgebiets K2 läuft eine Wortleitung WL2, die einen Gate-Stapel GS2 und einen diesen umgebenden Gate-Isolator GI2 aufweist. Die Wortleitung WL2 ist für den Auswahltransistor des Grabenkondensators GK2 eine aktive Wortleitung.

Parallel benachbart zur Wortleitung WL2 verlaufen Wortleitungen WL1 bestehend aus Gate-Stapel GS1 und Gate-Isolator GI1 und Wortleitung WL3 bestehend aus Gate-Stapel GS3 und Gate-Isolator GI3, welche für den Auswahltransistor des Grabenkondensators GK2 passive Wortleitungen sind. Diese Wortleitungen WL1, WL3 dienen zur Ansteuerung von Auswahltransistoren, die in der dritten Dimension gegenüber der gezeigten Schnittdarstellung verschoben sind.

Ersichtlich aus Figur 1 ist die Tatsache, daß diese Art des einseitigen Anschlusses des vergrabenen Kontakts eine unmittelbare Nebeneinanderanordnung der Gräben und der benachbarten Source-Gebiete bzw. Drain-Gebiete betreffender Auswahl-

transistoren ermöglicht. Dadurch kann die Länge einer Speicherzelle lediglich 4 F und die Breite lediglich 2 F betragen, wobei F die minimale technologisch realisierbare Längeneinheit ist (vgl. Fig. 2a,b).

5

Figur 2A zeigt eine Draufsicht auf ein Speicherzellenfeld mit Speicherzellen gemäß Figur 1 in einer ersten Anordnungsmöglichkeit.

10 Bezugszeichen DT in Figur 2A bezeichnet Gräben, welche zeilenweise mit einem Abstand von 3 F zueinander angeordnet sind und spaltenweise mit einem Abstand von 2 F. Benachbarte Zeilen sind um 2 F gegeneinander verschoben. UC in Figur 2A bezeichnet die Fläche einer Einheitszelle, welcher $4 F \times 2 F =$
15 $8 F^2$ beträgt. STI bezeichnet Isolationsgräben, welche in Zeilenrichtung in einem Abstand von 1 F zueinander angeordnet sind und benachbarte aktive Gebiete gegeneinander isolieren. Ebenfalls mit einem Abstand von 1 F zueinander verlaufen Bit-Leitungen BL in Zeilenrichtung, wohingegen die Wortleitungen
20 in Spaltenrichtung mit einem Abstand von 1 F zueinander verlaufen. Bei diesem Anordnungsbeispiel haben alle Gräben DT auf der linken Seite einen Kontaktbereich KS des vergrabenen Kontakts zum Substrat und einen Isolationsbereich IS auf der rechten Seite (Gebiete 15a,b bzw. 16a,b in Fig. 1).

25

Figur 2B zeigt eine Draufsicht auf ein Speicherzellenfeld mit Speicherzellen gemäß Figur 1 in einer zweiten Anordnungsmöglichkeit.

30 Bei dieser zweiten Anordnungsmöglichkeit haben die Zeilen von Gräben alternierende Anschlußgebiete bzw. Isolationsgebiete der vergrabenen Kontakte. So sind in der untersten Reihe von Figur 2B die vergrabenen Kontakte jeweils auf der linken Seite mit einem Kontaktbereich KS1 und auf der rechten Seite mit
35 einem Isolationsbereich IS1 versehen. Hingegen sind in der darüberliegenden Reihe alle Gräben DT auf der linken Seite mit jedem Isolationsbereich IS2 und auf der rechten Seite mit

einem Kontaktbereich KS2 versehen. Diese Anordnung ist in Spaltenrichtung alternierend.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein
5 einfaches und sicheres Herstellungsverfahren für einen derartigen einseitig angeschlossenen Grabenkondensator anzugeben.

Erfindungsgemäss wird diese Aufgabe durch das in Anspruch 1,
13 bzw. 14 angegebene Herstellungsverfahren gelöst.

10

Die Vorteile des erfindungsgemässen Verfahrens liegen insbesondere darin, dass es eine genaue Definition des Anschlussgebietes bzw. des komplementären Isolationsgebietes beim jeweiligen vergrabenen Kontakt des Grabenkondensators ermöglicht.
15 Sowohl eine additive Erstellung des vergrabenen Kontakts (stückweiser Aufbau, d.h. Ersatz von nicht-leitendem Material durch leitendes Material) als auch eine subtraktive Erstellung (stückweiser Abbau, d.h. Ersatz von leitendem Material durch nicht-leitendes Material) des vergrabenen Kontakts werden durch das erfindungsgemässe Verfahren ermöglicht.
20

25

Die der Erfindung zugrundeliegende Idee liegt in der Herstellung einer Hilfsmaske aus einem Liner bzw. einem Spacer über der offenen Grabenstruktur.

30

In den Unteransprüchen 2 bis 12 finden sich vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des in Anspruch 1 angegebenen Herstellungsverfahrens.

35

Gemäss einer bevorzugten Weiterbildung weist die leitende Füllung einen Bereich auf, der den Graben oberhalb des Isolationskragens füllt und von dem unter Verwendung der Maske ein Teilbereich entfernt wird und anschliessend mit einer isolierenden Füllung aufgefüllt wird, um den Isolationsbereich fertigzustellen.

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung werden ein unterer Liner aus Siliziumnitrid und ein oberer Liner (55) aus undotiertem Polysilizium oder amorphem Silizium vorgesehen, wobei die Implantation Borionen in den Teilbereich einbringt, woraufhin der komplementäre Teilbereich durch selektives Ätzen entfernt wird.

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird der Teilbereich nach dem selektiven Ätzen durch eine Oxidation in einen oxidierten Teilbereich umgewandelt wird, mittels dem als Maske der untere Liner aus Siliziumnitrid und der Teil der Füllung durch selektives Ätzen entfernt werden.

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird ein Liner aus undotiertem Polysilizium oder amorphem Silizium vorgesehen, wobei die Implantation Stickstoffionen in den Teilbereich einbringt, woraufhin der komplementäre Teilbereich selektiv oxidiert und dann selektiv durch Ätzen entfernt wird.

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird mittels der Liner-Maske ein Teil des Isolationskragens durch selektives Ätzen entfernt und anschließend mit einer leitenden Füllung zur Bildung des Kontaktbereichs aufgefüllt.

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird ein Liner aus undotiertem Polysilizium oder amorphem Silizium vorgesehen, wobei die Implantation Borionen in den Teilbereich einbringt, woraufhin der komplementäre Teilbereich selektiv durch Ätzen entfernt wird.

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird mittels der Liner-Maske ein Teil des Isolationskragens durch selektives Ätzen entfernt wird und anschließend mit einer leitenden Füllung zur Bildung des Kontaktbereichs aufgefüllt wird.

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung werden ein unterer Liner aus Siliziumoxinitrid und ein oberer Liner aus undotiertem Polysilizium oder amorphem Silizium vorgesehen werden, wobei die Implantation Stickstoffionen in den Teilbereich einbringt, woraufhin der komplementäre Teilbereich oxidiert und dann der Teilbereich sowie der darunterliegende Bereich des unteren Liners und selektiv durch Ätzen wird.

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird mittels der Liner-Maske ein Teil des Isolationskragens durch selektives Ätzen entfernt und anschließend mit einer leitenden Füllung zur Bildung des Kontaktbereichs aufgefüllt.

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung werden auf seitlich im oberen Bereich des Grabens auf dem Halbleitersubstrat Bereiche aus Oxinitrid vorgesehen, ein Liner aus undotiertem Polysilizium oder amorphem Silizium vorgesehen wird, wobei die Implantation Borionen in den Teilbereich einbringt, woraufhin der komplementäre Teilbereich selektiv durch Ätzen entfernt wird.

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung der Isolationskragen ausserhalb des Grabens in der Oberfläche des Halbleitersubstrats vorgesehen ist und die leitende Füllung tiefer als der Isolationskragen eingesenkt ist, und nach Entfernen des Bereichs aus Oxinitrid im Kontaktbereich mit einer leitenden Füllung zur Bildung des Kontaktbereichs aufgefüllt wird.

In den Unteransprüchen 15 und 16 finden sich vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des in Anspruch 13 bzw. 14 angegebenen Herstellungsverfahrens.

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung wird ein Schritt des Verbreiterns der Maskenöffnung und des oberen Bereichs des Grabens sowie des Verschmälerns der Oberseite der leitenden Füllung durchgeführt.

Gemäss einer weiteren bevorzugten Weiterbildung werden der Teilbereich und der andere Teilbereich des Spacers durch einen Ätzschrift zum Bilden paralleler Isolationsgräben voneinander getrennt werden und anschliessend die Fremdionen im Teilbereich ausdiffundiert werden.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Schnittdarstellung einer Halbleiterspeicherzelle mit einem Grabenkondensator und einem damit verbundenen planaren Auswahltransistor;

Fig. 2A,B eine jeweilige Draufsicht auf ein Speicherzellenfeld mit Speicherzellen gemäß Figur 1 in einer ersten und zweiten Anordnungsmöglichkeit;

Fig. 3A-G schematische Darstellungen aufeinanderfolgender Verfahrensstadien eines Herstellungsverfahrens als erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 4A-E schematische Darstellungen aufeinanderfolgender Verfahrensstadien eines Herstellungsverfahrens als zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 5A-E schematische Darstellungen aufeinanderfolgender Verfahrensstadien eines Herstellungsverfahrens als dritte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 6A-E schematische Darstellungen aufeinanderfolgender Verfahrensstadien eines Herstellungsverfahrens als vierte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 7A-D schematische Darstellungen aufeinanderfolgender
Verfahrensstadien eines Herstellungsverfahrens als
fünfte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

5 Fig. 8A-N schematische Darstellungen aufeinanderfolgender
Verfahrensstadien eines Herstellungsverfahrens als
sechste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;
und

10 Fig. 9A-C schematische Darstellungen aufeinanderfolgender
Verfahrensstadien eines Herstellungsverfahrens als
siebente Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

15 In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder
funktionsgleiche Bestandteile.

Bei den nachstehend beschriebenen Ausführungsformen wird aus
Gründen der Übersichtlichkeit auf eine Schilderung der Her-
20 stellung der planaren Auswahltransistoren verzichtet und le-
diglich die Bildung des einseitig angeschlossenen vergrabenen
Kontakts des Grabenkondensators ausführlich erörtert. Die
Schritte der Herstellung der planaren Auswahltransistoren
sind, falls nicht ausdrücklich anders erwähnt, dieselben wie
25 beim Stand der Technik.

Fig. 3A-G sind schematische Darstellungen aufeinanderfolgen-
der Verfahrensstadien eines Herstellungsverfahrens als erste
Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

30

In Figur 3A bezeichnet Bezugszeichen 5 einen Graben, der im
Silizium-Halbleitersubstrat 1 vorgesehen ist. Auf der Ober-
seite OS des Halbleitersubstrats 1 vorgesehen ist eine Hart-
maske bestehend aus einer Pad-Oxid-Schicht 2 und einer Pad-
35 Nitrid-Schicht 3. Im unteren und mittleren Bereich des Gra-
bens 5 ist ein Dielektrikum 30 vorgesehen, das eine elek-

trisch leitende Füllung 20 gegenüber dem umgebenden Halbleitersubstrat 1 isoliert.

5 Im oberen und mittleren Bereich des Grabens 5 ist ein umlaufender Isolationskragen 10 vorgesehen, der genauso weit wie die leitende Füllung 20 in den Graben 5 eingesenkt ist. Ein beispielhaftes Material für den Isolationskragen 10 ist Siliziumoxid und für die elektrisch leitende Füllung 20 Polysilizium. Doch sind auch selbstverständlich andere Materialkombinationen vorstellbar.

15 Zusätzlich ist eine unter die Oberseite OS eingesenkte leitende Füllung 40 aus Polysilizium vorgesehen. Die leitende Füllung 40 stellt somit einen ringsum angeschlossenen vergrabenen Kontakt dar, der teilweise zu entfernen ist, um den späteren Isolationsbereich IS zu bilden. Um also den einseitigen Anschluß des Bereichs 40 an das Halbleitersubstrat 1 zu realisieren, werden die nachstehend geschilderten "subtraktiven" Verfahrensschritte durchgeführt.

20

Gemäß Figur 3B werden zunächst ein Siliziumnitrid-Liner 50 und darüber ein Liner 55 aus amorphem undotierten Silizium abgeschieden.

25) Anschließend erfolgt unter Bezugnahme auf Fig. 3C eine schräge Implantation I1 unter einem vorbestimmten Winkel, beispielsweise 30° , wobei BF₂ in den Bereich 55' des Liners 55 mit Ausnahme eines abgeschatteten Bereichs 60 implantiert wird. Damit verändern sich die Ätzeigenschaften des Bor-dotierten Bereichs 55' des Liners 55, was man sich gemäß Figur 3D zunutze macht, indem selektiv der Bereich 60 durch ein entsprechendes Naßätzverfahren entfernt wird, um den darunterliegenden Siliziumnitrid-Liner 50 freizulegen.

35 Mit Bezug auf Figur 3E erfolgt dann eine Oxidation des verbleibenden implantierten Bereichs 55' des Liners 55, um zu einem entsprechenden oxidierten Liner-Bereich 55'' zu gelangen.

gen. Im darauffolgenden Prozeßschritt wird unter Verwendung des oxidierten implantierten Bereichs 55'' vom Liner 55 ein Teil des Siliziumnitrid-Liners 50 von der Oberfläche des leitenden Bereichs 40 und von der Seitenwand des Grabens 5 bzw. der Hartmaske 2, 3 entfernt.

Mit Bezug auf Figur 3F erfolgt anschließend unter Verwendung des Bereichs 55'' als Maske eine Ätzung der leitenden Füllung 40 und eines Teils der leitenden Füllung 20.

In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß diese Silizium-Ätzung auch unter Verwendung des Nitrid-Liners 50 als Maske durchgeführt werden könnte, allerdings Silizium mit höherer Selektivität zu Oxid geätzt werden kann als zu Nitrid und darum der Bereich 55'' des Liners 55 zweckmäßigerweise als Maske verwendet wird.

Beim in Figur 3F gezeigten Prozeßzustand ist somit ein Teil des als vergrabener Kontakt dienenden Bereichs 40 entfernt, und an der entsprechenden Stelle kann dann im weiteren Verlauf des Verfahrens eine entsprechende nach oben und zur Seite hin isolierende Oxid-Füllung 45 durch Abscheiden und Rückätzen vorgesehen werden, nachdem die Liner 50, 55 (55'') von der Oberfläche entfernt worden sind, wie dies in Figur 3G gezeigt ist. Dies schafft den vergrabenen Kontakt mit dem Anschlussbereich KS und dem Isolationsbereich IS.

Fig. 4A-E sind schematische Darstellungen aufeinanderfolgender Verfahrensstadien eines Herstellungsverfahrens als zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

In Figur 4A ist zwar wie bei der zuvor erläuterten ersten Ausführungsformen die leitende Füllung 20 unter die Oberseite des Halbleitersubstrats 1 eingesenkt, jedoch reicht der Isolationskragen 10 noch hinauf bis zur Pad-Nitrid-Schicht 3, ist also im Vergleich dazu weniger eingesenkt. Auch ist kein oberer Poly-Bereich vorgesehen. Zum einseitig angeschlossenen

vergrabenen Kontakt ist also ein „additives“ Verfahren notwendig. Bezugszeichen 300 in Figur 4A bezeichnet eine Liner-Schicht aus undotiertem Polysilizium.

- 5 Wie in Figur 4B dargestellt, erfolgt in einem weiteren Schritt eine schräge Implantation I2 mit Stickstoff-Ionen, um einen nicht abgeschatteten Bereich 300' des Liners 300 hinsichtlich seiner Oxidationseigenschaften zu ändern, und einen abgeschatteten Bereich 310 nicht.

10

Dann erfolgt, wie in Figur 4C dargestellt, eine vollständige Oxidation des Bereiches 310 zur Umwandlung in einen Oxid-Liner 310', wohingegen sich bei diesem Schritt auf dem implantierten Bereich 300' nur eine sehr dünne Oxid-Schicht bildet, die in einem anschließenden Reinigungsschritt leicht entfernt werden kann, ohne den Oxid-Liner 310' wesentlich zu verdünnen.

15

Wie in Figur 4D gezeigt, erfolgt dann ein selektiver Ätzschritt des Oxid-Liners 310' und des darunter befindlichen Bereichs des Isolationskragens 10 mit Hilfe des Bereichs 300' als Maske, wobei der Isolationskragen 10 unter die Oberseite der leitenden Füllung 20 aus Polysilizium abgesenkt wird.

20

25 In einem anschließenden Prozeßschritt, der in Figur 4E illustriert ist, wird dann eine leitende Füllung 320 aus Polysilizium eingebracht und rückgeätzt, welche den vergrabenen Kontakt zum Halbleitersubstrat 1 bildet. Eine spätere Abscheidung eines weiteren isolierenden Füllmaterials an der Oberseite des Grabens 5 ist in Figur 4E aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt. Dies schafft den vergrabenen Kontakt mit dem Anschlussbereich KS und dem Isolationsbereich IS.

30

35 Bei dieser Ausführungsform verbleibt ein Teil des Bereichs 300' im Graben 5. Selbstverständlich könnte dieser Teil auch vor dem Einbringen der leitenden Füllung 320 entfernt werden.

Fig. 5A-E sind schematische Darstellungen aufeinanderfolgender Verfahrensstadien eines Herstellungsverfahrens als dritte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

5

Der Verfahrenszustand in Figur 5A entspricht dem Verfahrenszustand von Figur 4A, welcher bereits erläutert wurde.

10 Gemäß Figur 4B wird dann eine schräge Implantation I3 von Bor-Ionen durchgeführt, welche einen Bereich 300'' des Liners 300 aufdotiert und einen Bereich 310 abgeschattet läßt. Durch diese Implantation I3 der Bor-Ionen ändern sich die Ätzeigenschaften des implantierten Bereichs 300'' derart, daß der undotierte Bereich 310 im darauffolgenden Prozeßschritt, der in 15 Figur 5C illustriert ist, selektiv entfernt werden kann.

Durch einen nachfolgenden Oxid-Ätzschritt unter Verwendung des Bereichs 300'' als Maske wird anschließend der Isolationskragen 10 im freigelegten Bereich durch eine selektive 20 Oxid-Ätzung unter die Oberseite der leitenden Füllung 20 aus Polysilizium abgesenkt, was zum in Figur 5D illustrierten Prozeßzustand führt.

25 Schließlich erfolgen ein teilweises Entfernen des Linernbereichs 300'' sowie ein Auffüllen und Rückätzen mit der leitenden Füllung 320, um den vergrabenen Kontakt zum Siliziumsubstrat 1 im betreffenden Bereich zu schaffen, wie in Figur 5E illustriert ist. Eine spätere Abscheidung eines weiteren isolierenden Füllmaterials an der Oberseite des Grabens 5 ist 30 in Figur 5E aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt. Dies schafft den vergrabenen Kontakt mit dem Anschlussbereich KS und dem Isolationsbereich IS.

Auch bei dieser Ausführungsform verbleibt ein Teil des Bereichs 300'' im Graben 5. Selbstverständlich könnte dieser 35 Teil auch hier vor dem Einbringen der leitenden Füllung 320 entfernt werden.

Fig. 6A-E sind schematische Darstellungen aufeinanderfolgender Verfahrensstadien eines Herstellungsverfahrens als vierte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

5

Der Ausgangszustand gemäß Figur 6A entspricht dem Ausgangszustand gemäß Figur 5A, wobei unter dem Liner 300 aus undotiertem Polysilizium ein zusätzlicher Oxinitrid-Liner 500 vorgesehen ist.

10

Gemäß Figur 6B erfolgt dann eine schräge Implantation I4 mit Stickstoff-Ionen, um einen abgeschatteten Bereich 310 und einen implantierten Bereich 300' des Polysilizium-Liners 300 zu bilden.

15

Anschließend erfolgt eine Oxidation des abgeschatteten Bereichs 310, um einen Oxid-Liner 310' zu bilden. Dabei bildet sich auf dem implantierten Bereich 300' nur sehr wenig Oxid, welches leicht durch einen Reinigungsprozeß entfernbare ist, ohne den oxidierten Liner-Bereich 310' merklich zu verdünnen, wie in Figur 6C illustriert.

20

Gemäß Figur 6D erfolgt dann ein Entfernen des implantierten Bereichs 300' des Polysilizium-Liners 300 und eine Ätzung des Oxinitrid-Liners 500 mittels des Oxid-Liners 310' als Maske. Daraufhin findet eine Oxid-Ätzung statt, wobei der Oxid-Liner 310' und der obere Bereich des Isolationskragens 10 im freigelegten Bereich entfernt werden, was zum in Figur 6D gezeigten Prozeßzustand führt.

25

30

Schließlich erfolgt ein Auffüllen und Einsenken der leitenden Füllung 320, welche den vergrabenen Kontakt mit dem Anschlussbereich KS und dem Isolationsbereich IS zum Halbleitersubstrat 1 bildet, wie in Figur 6E gezeigt.

35

Eine spätere Abscheidung eines weiteren isolierenden Füllmaterials an der Oberseite des Grabens 5 ist in Figur 6E aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt.

- 5 Fig. 7A-D sind schematische Darstellungen aufeinanderfolgender Verfahrensstadien eines Herstellungsverfahrens als fünfte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Bei dieser fünften Ausführungsform ist im Unterschied zu den
10 vorhergehenden Ausführungsformen der Isolationskragen 10a nicht im Inneren des Grabens 5 vorgesehen, sondern im umliegenden Halbleitersubstrat 1 integriert. An der oberhalb des integrierten Isolationskragens 10a zum Grabeninneren hin freiliegenden Substratoberfläche sind Isolationsbereiche 610
15 aus Silizium-Oxinitrid vorgesehen. Abgeschlossen über der Grabenstruktur ist weiterhin ein Polysilizium-Liner 300, der wie bei den obigen Ausführungsformen undotiert ist.

Im mit Bezug auf Figur 7B illustrierten Prozeßschritt erfolgt
20 dann eine schräge Implantation I5 von Bor-Ionen, um einen abgeschatteten Bereich 310 und einen implantierten Bereich 300'' des Liners 300 aus Polysilizium vorzusehen.

Gemäß Figur 7C wird dann der abgeschattete Bereich 310 in ei-
25 nem Ätzprozess selektiv gegenüber dem implantierten Bereich 300'' entfernt und wird ebenfalls der in diesem Bereich gelegene Oxinitrid-Liner 610 entfernt.

Mit Bezug auf Figur 7D erfolgt dann die Abscheidung und Rück-
30 ätzung der leitenden Schicht 320, welche den vergrabenen Kontakt mit dem Anschlussbereich KS und dem Isolationsbereich IS zum Halbleitersubstrat 1 hin bildet. Eine spätere Abscheidung eines weiteren isolierenden Füllmaterials an der Oberseite des Grabens 5 ist in Figur 7D aus Gründen der Übersichtlichkeit
35 keit nicht dargestellt.

Fig. 8A-N sind schematische Darstellungen aufeinanderfolgender Verfahrensstadien eines Herstellungsverfahrens als sechste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

- 5 Der in Figur 8A gezeigte Ausgangszustand entspricht dem Ausgangszustand gemäß Figur 4A, allerdings ohne jeglichen Liner auf der Oberseite der Struktur.

10 Wie in Figur 8B gezeigt, erfolgt zunächst eine Oxid-Ätzung, um den Isolationskragen 10 auf unterhalb der eingesenkten Füllung 20 abzusenken.

15 In einem darauffolgenden Prozeßschritt, der im Zusammenhang mit Figur 8C illustriert ist, erfolgt dann ein seitliches Zurückziehen der Pad-Nitrid-Schicht 3 und des Siliziums vom Halbleitersubstrat 1 und des Polysiliziums von der leitenden Füllung 20.

20 Gemäß der Darstellung von Figur 8D wird dann eine Ätz-Stoppschicht 700 aus Oxinitrid oder Nitrid im Bereich des Grabens 5 unterhalb der Pad-Oxid-Schicht 2 vorgesehen.

Anschließend erfolgt gemäß Fig. 8E eine Abscheidung einer Schicht 710 aus Opfer-Polysilizium.

25 Durch einen anisotropen Ätzprozeß wird aus der Opfer-Polysilizium-Schicht 710 ein Spacer gebildet, welcher gegenüber der Oberseite der Pad-Nitrid-Schicht 3 abgesenkt ist.

30 Anschließend erfolgt, wie in Figur 8G gezeigt, eine schräge Implantation I6 von Bor-Ionen, welche nur einen Teilbereich 710' des Spacers 710 aus Opfer-Polysilizium trifft.

35 Die Auswirkung der Implantation ist in Figur 8H in Draufsicht illustriert. Der ovale Spacer-Bereich wird durch diese Implantation in einen implantierten Bereich 710' und einen nicht implantierten Bereich 710 unterteilt.

In einem folgenden Prozeßschritt, der in Figur 8I illustriert ist, werden dann parallele Isolationsgräben STI geätzt, welche tiefer gehen als die Spacerbereiche 700 bzw. 710', so daß der in Figur 8H gezeigte ovale Ring beiderseitig aufgeschnitten wird. Im Rahmen dieses IT-Moduls wird auch die Oberfläche der Pad-Nitrid-Schicht 3 abgesenkt, was zu einer Pad-Nitrid-Schicht 3' mit geringerer Dicke führt.

Gemäß Figur 8J erfolgt dann eine Auffüllung der Isolationsgräben STI und des Grabens 5 mit einer isolierenden Oxidfüllung 720, welche mit einem thermischen Prozeßschritt verbunden ist. Dieser thermische Prozeßschritt erlaubt eine Ausdiffusion der in den Spacer-Bereich 710' eingebrachten Bor-Ionen über die gesamte Ausdehnung des Spacer-Bereichs, was zu einem gleichmäßig mit Bor dotierten Spacer-Bereich 710'' führt.

Danach läßt sich die Spacer-Hälfte 710 durch einen selektiven Ätzschritt gegenüber der Spacer-Hälfte 710'' entfernen, wie in Figur 8K dargestellt.

Gemäß Figur 8L erfolgt dann das Auffüllen und Rückätzen der entfernten Spacer-Hälfte 710 mit isolierendem Füllmaterial 730 in Form von Oxid.

Anschließend werden der dotierte Spacer-Bereich 710'' und die Ätz-Stoppschicht 700 in diesem Bereich mittels eines Ätzschrittes entfernt, und es erfolgt eine Implantation I6' von Stickstoff-Ionen zur Verbesserung der Grenzflächeneigenschaften des Halbleitersubstrats 1 an dieser Stelle, wo der vergrabene Kontakt zu bilden ist. Dies führt zum Prozeßzustand gemäß Figur 8M.

Mit Bezug auf Figur 8N erfolgt dann ein Auffüllen und Rückätzen der resultierenden Struktur mit einer leitenden Füllung 740 aus Polysilizium sowie das Abscheiden und Rückätzen einer isolierenden Füllung 750 aus Oxid, wodurch letztlich der ver-

grabene Kontakt mit dem Anschlussbereich KS und dem Isolationsbereich IS fertiggestellt wird.

5 Fig. 9A-C sind schematische Darstellungen aufeinanderfolgender Verfahrensstadien eines Herstellungsverfahrens als siebente Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Der Ausgangszustand gemäß Figur 9A entspricht dem Zustand gemäß Figur 8F.

10

Auf der Struktur werden dann gemäß Fig. 9B eine isolierende Füllung 720 aus Oxid und eine Hartmaskenschicht 800 aufgebracht. Worauf wiederum eine Maske 810 aufgebracht und strukturiert wird, welche zur Strukturierung der Hartmaskenschicht 800 verwendet wird.

15

Unter Verwendung der strukturierten Hartmaskenschicht 800 gemäß Fig. 9c läßt sich dann eine Hälfte des Spacer-Bereiches 710 aus Polysilizium durch selektives Ätzen entfernen, woran anschließend die Hartmaskenschicht 800 wieder entfernt wird.

20

Daran anschließend kann das Verfahren fortgesetzt werden, wie mit Bezug auf Figur 8K bis 8N bereits oben erläutert.

25

Obwohl die vorliegende Erfindung vorstehend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels beschrieben wurde, ist sie darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Art und Weise modifizierbar.

30

Insbesondere ist die Auswahl der Schichtmaterialien nur beispielhaft und kann in vielerlei Art variiert werden.

Patentansprüche

1. Herstellungsverfahren für einen Grabenkondensator mit einem Isolationskragen (10; 10a, 10b) in einem Substrat (1),
5 der über einen vergrabenen Kontakt (15a, 15b) einseitig mit dem Substrat (1) elektrisch verbundenen ist, insbesondere für eine Halbleiterspeicherzelle mit einem in dem Substrat (1) vorgesehenen und über den vergrabenen Kontakt (15a, 15b) angeschlossen planaren Auswahltransistor, mit den Schritten:

10 Vorsehen von einem Graben (5) in dem Substrat (1) unter Verwendung einer Hartmaske (2, 3) mit einer entsprechenden Maskenöffnung;

15 Vorsehen von einem Kondensatordielektikum (30) im unteren und mittleren Grabenbereich, dem Isolationskragen (10) im mittleren und oberen Grabenbereich und einer elektrisch leitenden Füllung (20; 20, 40) im unteren, mittleren und oberen Grabenbereich, wobei die Oberseite der elektrisch leitenden Füllung
20 (20; 20, 40) im oberen Grabenbereich gegenüber der Oberseite des Substrats (1) eingesenkt ist;

Vorsehen mindestens eines Liners (50, 55; 300) auf der Hartmaske (2, 3) und im Graben (5);

25 Durchführen einer schrägen Implantation (I1-I5) von Fremdionen in den Graben (5) unter Verwendung der Hartmaske (2, 3) zum Verändern der Eigenschaften eines Teilbereichs (55'; 300') des obersten Liners (55; 300);

30 Bilden einer Liner-Maske aus dem Teilbereich (55'; 300'; 300'') oder dem komplementären Teilbereich des obersten Liners (55; 300) zum Definieren eines einseitigen Kontaktbereichs (KS) und eines andersseitigen Isolationsbereichs (IS; 35 IS1, IS2) des vergrabenen Kontakts (15a, 15b); und

Fertigstellen des einseitigen Anschlussbereichs (KS; KS1, KS2) und des andersseitigen Isolationsbereichs (IS; IS1, IS2) des vergrabenen Kontakts (15a, 15b) durch Entfernen und Ersetzen eines Teils der Füllung (20; 20, 40) und/oder eines
5 Teils des Isolationskragens (10) unter Verwendung der Liner-Maske.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
10 dass die leitende Füllung (20, 40) einen Bereich (40) aufweist, der den Graben (5) oberhalb des Isolationskragens (10) füllt und von dem unter Verwendung der Maske ein Teilbereich entfernt wird und anschliessend mit einer isolierenden Füllung (45) aufgefüllt wird, um den Isolationsbereich (IS) fertigzustellen.
15

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass ein unterer Liner (50) aus Siliziumnitrid und ein oberer
20 Liner (55) aus undotiertem Polysilizium oder amorphem Silizium vorgesehen werden und die Implantation (I4) Borionen in den Teilbereich (55') einbringt, woraufhin der komplementäre Teilbereich (60) durch selektives Ätzen entfernt wird.

25 4. Verfahren nach Anspruch 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der Teilbereich (55') nach dem selektiven Ätzen durch eine Oxidation in einen oxidierten Teilbereich (55'') umgewandelt wird, mittels dem als Maske der untere Liner (50) aus
30 Siliziumnitrid und der Teil der Füllung (20; 40) durch selektives Ätzen entfernt werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
35 dass ein Liner (300) aus undotiertem Polysilizium oder amorphem Silizium vorgesehen wird und die Implantation (I2) Stickstoffionen in den Teilbereich (300') einbringt, worauf-

hin der komplementäre Teilbereich (310) selektiv oxidiert und dann selektiv durch Ätzen entfernt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5,

5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass mittels der Liner-Maske ein Teil des Isolationskragens (10) durch selektives Ätzen entfernt wird und anschließend mit einer leitenden Füllung (320) zur Bildung des Kontaktbereichs (KS) aufgefüllt wird.

10

7. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass ein Liner (300) aus undotiertem Polysilizium oder amorphem Silizium vorgesehen wird und die Implantation (I3) Borionen in den Teilbereich (300'') einbringt, woraufhin der komplementäre Teilbereich (310) selektiv durch Ätzen entfernt wird.

15

8. Verfahren nach Anspruch 7,

20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass mittels der Liner-Maske ein Teil des Isolationskragens (10) durch selektives Ätzen entfernt wird und anschließend mit einer leitenden Füllung (320) zur Bildung des Kontaktbereichs (KS) aufgefüllt wird.

20

9. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass ein unterer Liner (500) aus Siliziumoxinitrid und ein oberer Liner (300) aus undotiertem Polysilizium oder amorphem Silizium vorgesehen werden und die Implantation (I4) Stickstoffionen in den Teilbereich (300') einbringt, woraufhin der komplementäre Teilbereich (310') oxidiert und dann der Teilbereich (300') sowie der darunterliegende Bereich des unteren Liners (500) und selektiv durch Ätzen wird.

30

35

10. Verfahren nach Anspruch 9,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass mittels der Liner-Maske ein Teil des Isolationskragens (10) durch selektives Ätzen entfernt wird und anschließend mit einer leitenden Füllung (320) zur Bildung des Kontaktbereichs (KS) aufgefüllt wird.

5

11. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass auf seitlich im oberen Bereich des Grabens (5) auf dem Halbleitersubstrat (1) Bereiche (610) aus Oxinitrid vorgesehen werden, ein Liner (300) aus undotiertem Polysilizium oder amorphem Silizium vorgesehen wird und die Implantation (I5) Borionen in den Teilbereich (300'') einbringt, woraufhin der komplementäre Teilbereich (310) selektiv durch Ätzen entfernt wird.

15

12. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Isolationskragen (10a) ausserhalb des Grabens (5) in der Oberfläche des Halbleitersubstrats (1) vorgesehen ist und die leitende Füllung (20) tiefer als der Isolationskragen (10a) eingesenkt ist, und nach Entfernen des Bereichs (610) aus Oxinitrid im Kontaktbereich (KS) mit einer leitenden Füllung (320) zur Bildung des Kontaktbereichs (KS) aufgefüllt wird.

25

13. Herstellungsverfahren für einen Grabenkondensator mit einem Isolationskragen (10; 10a, 10b) in einem Substrat (1), der über einen vergrabenen Kontakt (15a, 15b) einseitig mit dem Substrat (1) elektrisch verbundenen ist, insbesondere für eine Halbleiterspeicherzelle mit einem in dem Substrat (1) vorgesehenen und über den vergrabenen Kontakt (15a, 15b) angeschlossenen planaren Auswahltransistor, mit den Schritten:

30

Vorsehen von einem Graben (5) in dem Substrat (1) unter Verwendung einer Hartmaske (2, 3) mit einer entsprechenden Maskenöffnung;

35

Vorsehen von einem Kondensatordielektikum (30) im unteren und mittleren Grabenbereich, dem Isolationskragen (10) im mittleren und oberen Grabenbereich und einer elektrisch leitenden Füllung (20) im unteren, mittleren und oberen Grabenbereich, wobei die Oberseite der elektrisch leitenden Füllung (20) im oberen Grabenbereich gegenüber der Oberseite des Substrats (1) eingesenkt ist;

Absenken des Isolationskragens (10) auf unterhalb der Oberseite der leitenden Füllung (20);

Vorsehen einer Ätzstoppschicht (700) im Graben (5);

Vorsehen eines Spacers (710) im Graben (5);

Durchführen einer schrägen Implantation (I6; I7) von Fremdionen in den Graben (5) unter Verwendung der Hartmaske (2, 3) zum Verändern der Eigenschaften eines Teilbereichs (710') des Spacers (710);

Bilden einer Spacer-Maske aus dem Teilbereich (710') des Spacers (710) zum Definieren eines einseitigen Kontaktbereichs (KS) und eines andersseitigen Isolationsbereichs (IS; IS1, IS2) des vergrabenen Kontakts (15a, 15b); und

Fertigstellen des einseitigen Anschlussbereichs (KS; KS1, KS2) und des andersseitigen Isolationsbereichs (IS; IS1, IS2) des vergrabenen Kontakts (15a, 15b) durch aufeinanderfolgendes Entfernen des anderen Teilbereichs des Spacers und Auffüllen mit einer isolierenden Füllung (730) und Entfernen des Teilbereichs (710') des Spacers sowie der Ätzstoppschicht (700) und Auffüllen mit einer leitenden Füllung (740).

14. Herstellungsverfahren für einen Grabenkondensator mit einem Isolationskragen (10; 10a, 10b) in einem Substrat (1), der über einen vergrabenen Kontakt (15a, 15b) einseitig mit dem Substrat (1) elektrisch verbundenen ist, insbesondere für

eine Halbleiterspeicherzelle mit einem in dem Substrat (1) vorgesehenen und über den vergrabenen Kontakt (15a, 15b) angeschlossenen planaren Auswahltransistor, mit den Schritten:

- 5 Vorsehen von einem Graben (5) in dem Substrat (1) unter Verwendung einer Hartmaske (2, 3) mit einer entsprechenden Maskenöffnung;

- 10 Vorsehen von einem Kondensatordielektikum (30) im unteren und mittleren Grabenbereich, dem Isolationskragen (10) im mittleren und oberen Grabenbereich und einer elektrisch leitenden Füllung (20) im unteren, mittleren und oberen Grabenbereich, wobei die Oberseite der elektrisch leitenden Füllung (20) im oberen Grabenbereich gegenüber der Oberseite des Substrats (1) eingesenkt ist;

Absenken des Isolationskragens (10) auf unterhalb der Oberseite der leitenden Füllung (20);

- 20 Vorsehen einer Ätzstoppschicht (700) im Graben (5);

Vorsehen eines Spacers (710) im Graben (5);

- 25 Bilden einer Maske (800) und Entfernen eines Teilbereichs des Spacers (710) mittels der Maske zum Definieren eines einseitigen Kontaktbereichs (KS) und eines anderseitigen Isolationsbereichs (IS; IS1, IS2) des vergrabenen Kontakts (15a, 15b); und

- 30 Fertigstellen des einseitigen Anschlussbereichs (KS; KS1, KS2) und des andersseitigen Isolationsbereichs (IS; IS1, IS2) des vergrabenen Kontakts (15a, 15b) durch aufeinanderfolgendes Entfernen des anderen Teilbereichs des Spacers und Auffüllen mit einer isolierenden Füllung (730) und Entfernen des Teilbereichs (710') des Spacers sowie der Ätzstoppschicht (700) und Auffüllen mit einer leitenden Füllung (740).

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass ein Schritt des Verbreiterns der Maskenöffnung und des
oberen Bereichs des Grabens (5) sowie des Verschmälerns der
5 Oberseite der leitenden Füllung (20) durchgeführt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 14, 14 oder 15,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der Teilbereich (710') und der andere Teilbereich des
10 Spacers (710) durch einen Ätzschrift zum Bilden paralleler
Isolationsgräben (STI) voneinander getrennt werden und an-
schliessend die Fremdionen im Teilbereich (710') ausdiffun-
diert werden.

Zusammenfassung

Herstellungsverfahren für einen Grabenkondensator mit einem Isolationskragen, der über einen vergrabenen Kontakt einseitig mit einem Substrat elektrisch verbundenen ist, insbesondere für eine Halbleiterspeicherzelle

Die vorliegende Erfindung schafft ein Herstellungsverfahren für einen Grabenkondensator mit einem Isolationskragen (10; 10a, 10b) in einem Substrat (1), der über einen vergrabenen Kontakt (15a, 15b) einseitig mit dem Substrat (1) elektrisch verbundenen ist, unter Verwendung einer Hartmaske (2, 3) mit einer entsprechenden Maskenöffnung; Vorsehen von einem Kondensatordielektikum (30) im unteren und mittleren Grabenbereich, dem Isolationskragen (10) im mittleren und oberen Grabenbereich und einer elektrisch leitenden Füllung (20; 20, 40) im unteren, mittleren und oberen Grabenbereich, wobei die Oberseite der elektrisch leitenden Füllung (20; 20, 40) im oberen Grabenbereich gegenüber der Oberseite des Substrats (1) eingesenkt ist; Vorsehen mindestens eines Liners (50, 55; 300) auf der Hartmaske (2, 3) und im Graben (5); Durchführen einer schrägen Implantation (I1-I5) von Fremdionen in den Graben (5) unter Verwendung der Hartmaske (2, 3) zum Verändern der Eigenschaften eines Teilbereichs (55'; 300') des obersten Liners (55; 300); Bilden einer Liner-Maske aus dem Teilbereich (55'; 300'; 300'') oder dem komplementären Teilbereich des obersten Liners (55; 300) zum Definieren eines einseitigen Kontaktbereichs (KS) und eines andersseitigen Isolationsbereichs (IS; IS1, IS2) des vergrabenen Kontakts (15a, 15b); und Fertigstellen des vergrabenen Kontakts (15a, 15b) durch Entfernen und Ersetzen eines Teils der Füllung (20; 20, 40) und/oder eines Teils des Isolationskragens (10) unter Verwendung der Liner-Maske.

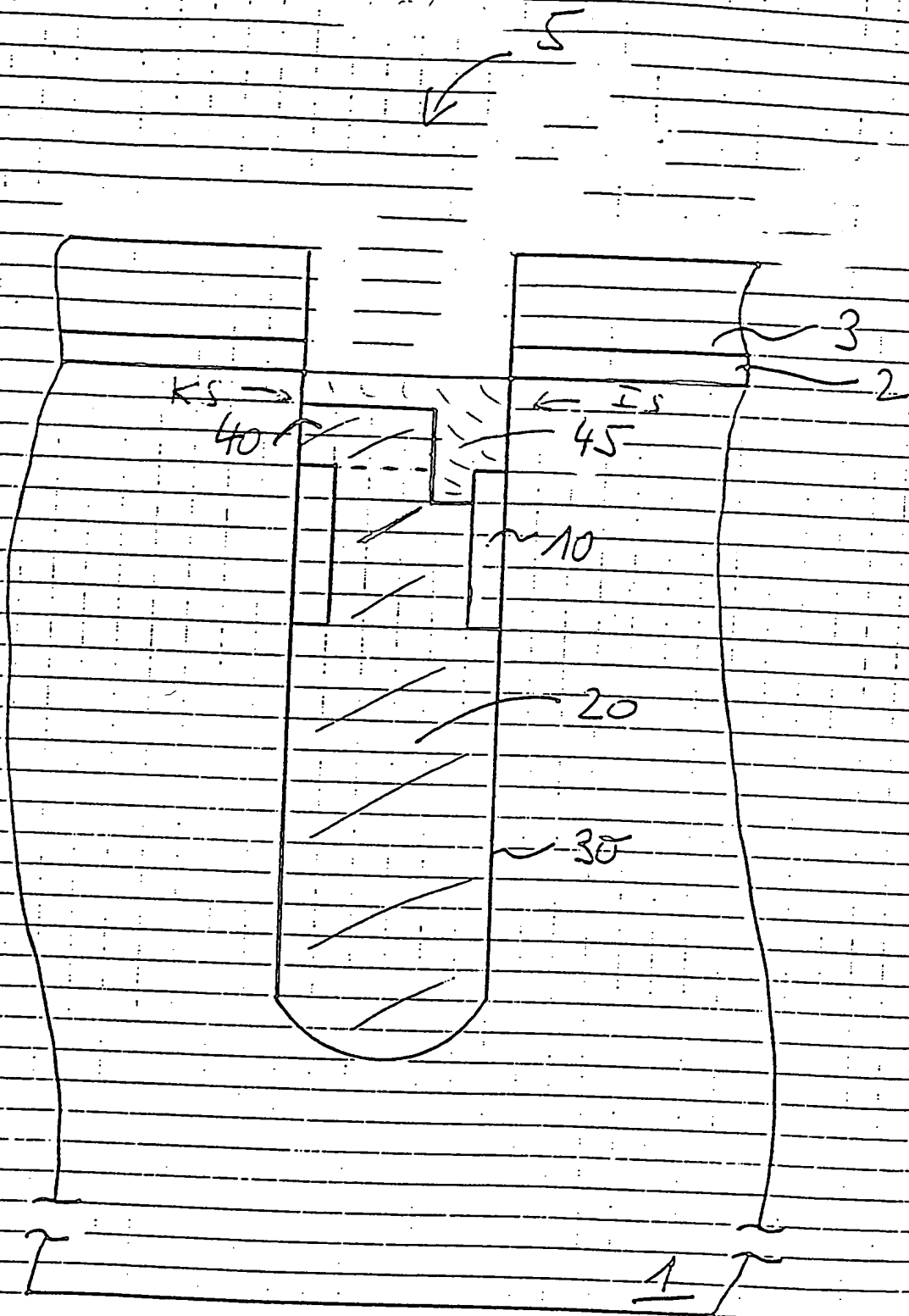


Fig. 3.9

Bezugszeichenliste

	1	Si-Halbleitersubstrat
	OS	Oberseite
5	2,2a	Padoxid
	3,3a,3b	Padnitrid
	5	Graben
	40	leitender Polybereich
	10,10a,10b	Isolationskragen
10	20,20a,20b	leitende Füllung (z.B. Polysilizium)
	15a,15b	vergrabener Kontakt
	16a,16b	Isolationsbereich
	G1,G2	Graben
	GK1,GK2	Grabenkondensator
15	30,30a,30b	Kondensatordielektrikum
	S1,S2,S3	Source-Gebiet
	D1,D2	Drain-Gebiet
	K2	Kanal-Gebiet
	WL,WL1,WL2,WL3	Wortleitung
20	GS1,GS2,GS3	Gatestapel
	GI1,GI2,GI3	Gateisolator
	I	Isolationsschicht
	F	minimale Längeneinheit
	BLK	Bitleitungskontakt
25	BL	Bitleitung
	DT	Graben
	AA	aktives Gebiet
	STI	Isolationsgebiet (Shallow Trench Isolation)
	UC	Fläche Einheitszelle
30	KS,KS1,KS2	Kontaktbereich
	IS,IS1,IS2	Isolationsbereich
	50	Siliziumnitridliner
	55	Liner aus amorphem undotierten Silizium
	60	abgeschatteter Bereich von 55
35	55'	implantierter Bereich von 55
	55''	oxidierter implantierter Bereich von 55
	I1-I7	Implantation

	300	Polysilizium-Liner
	300', 300''	implantierter Bereich von 300
	310	abgeschatteter Bereich von 300
	310'	oxidierter Liner
5	320,740	leitende Füllung
	500	Oxinitrid-Liner
	700	Ätzstoppschicht
	710	Opferpolysiliziumschicht
	720,730	Isolationsbereich
10	800	Hartmaskenschicht
	810	Maske
	610	Siliziumoxinitrid

1/45

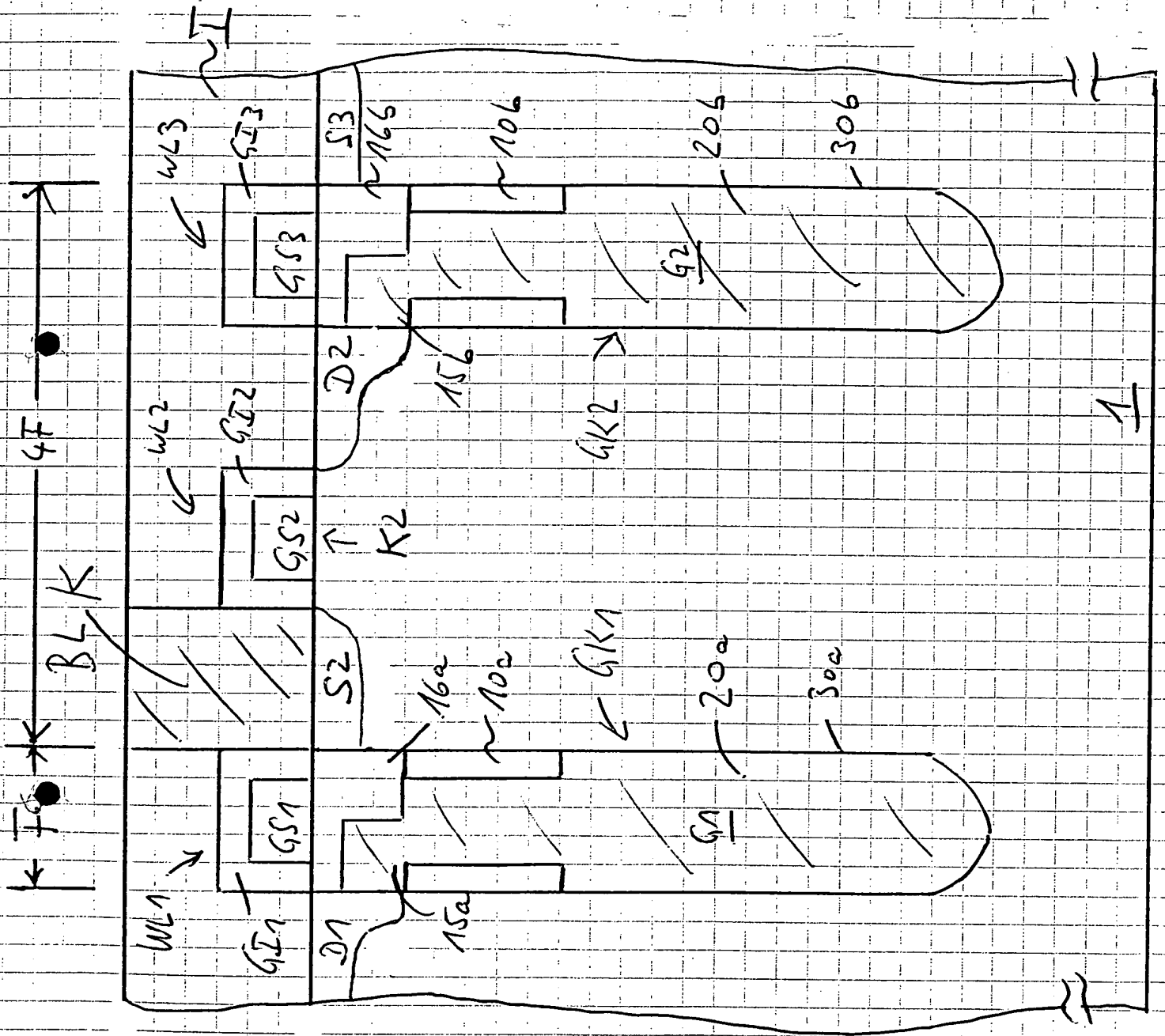
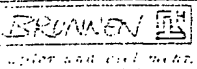


Fig. 1

2A



3/45

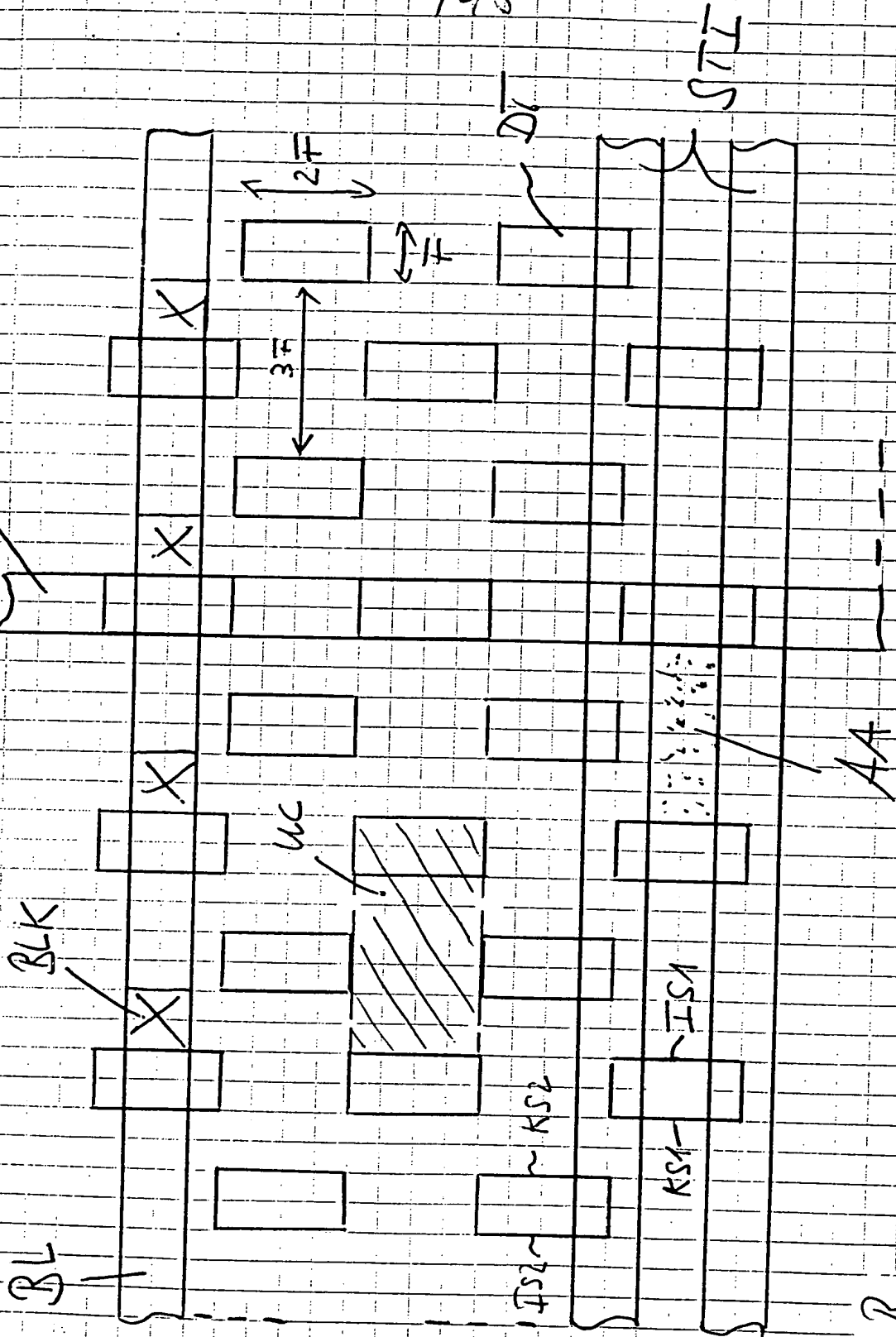


Fig. 2B

4/45

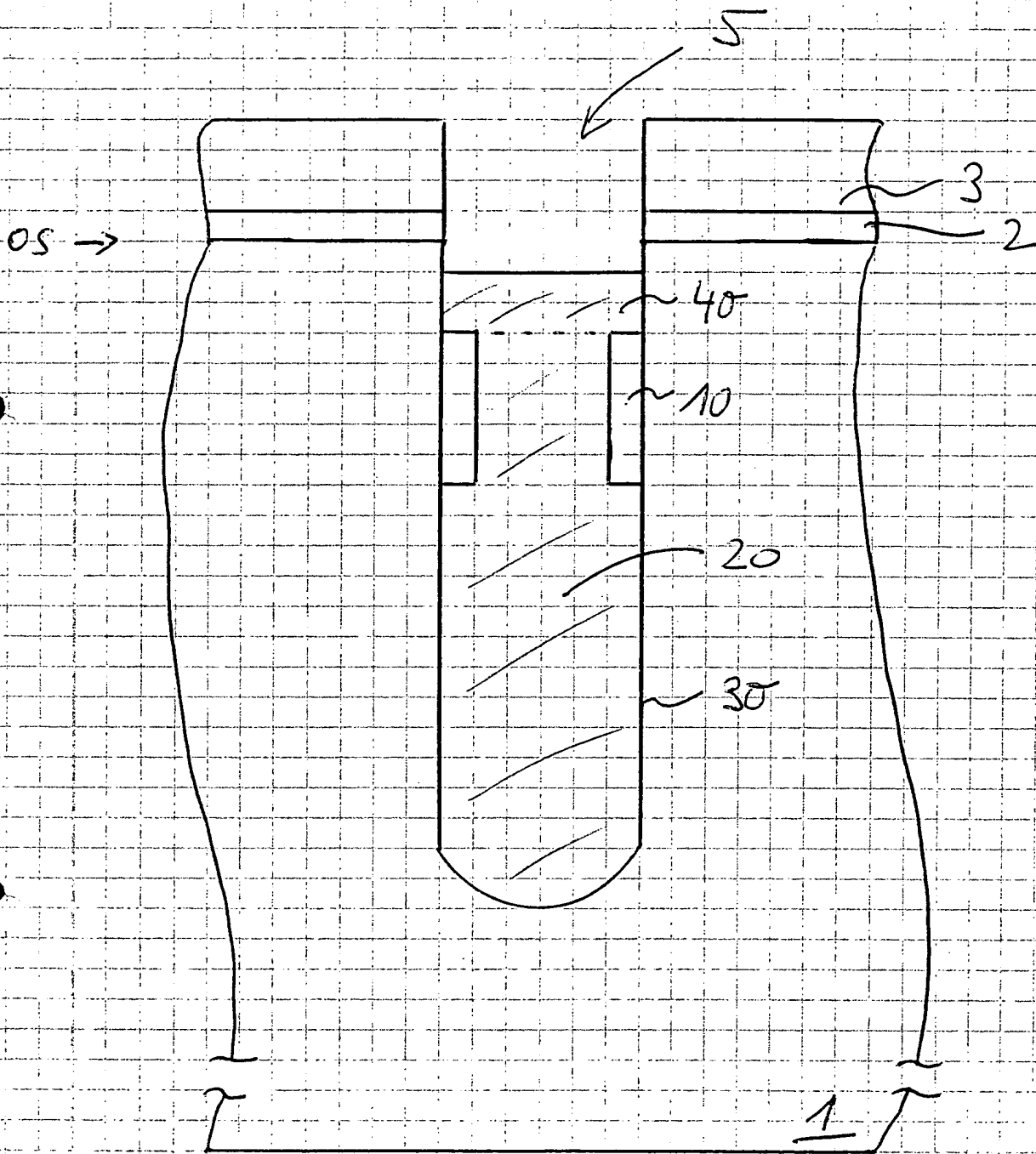


Fig. 3 A

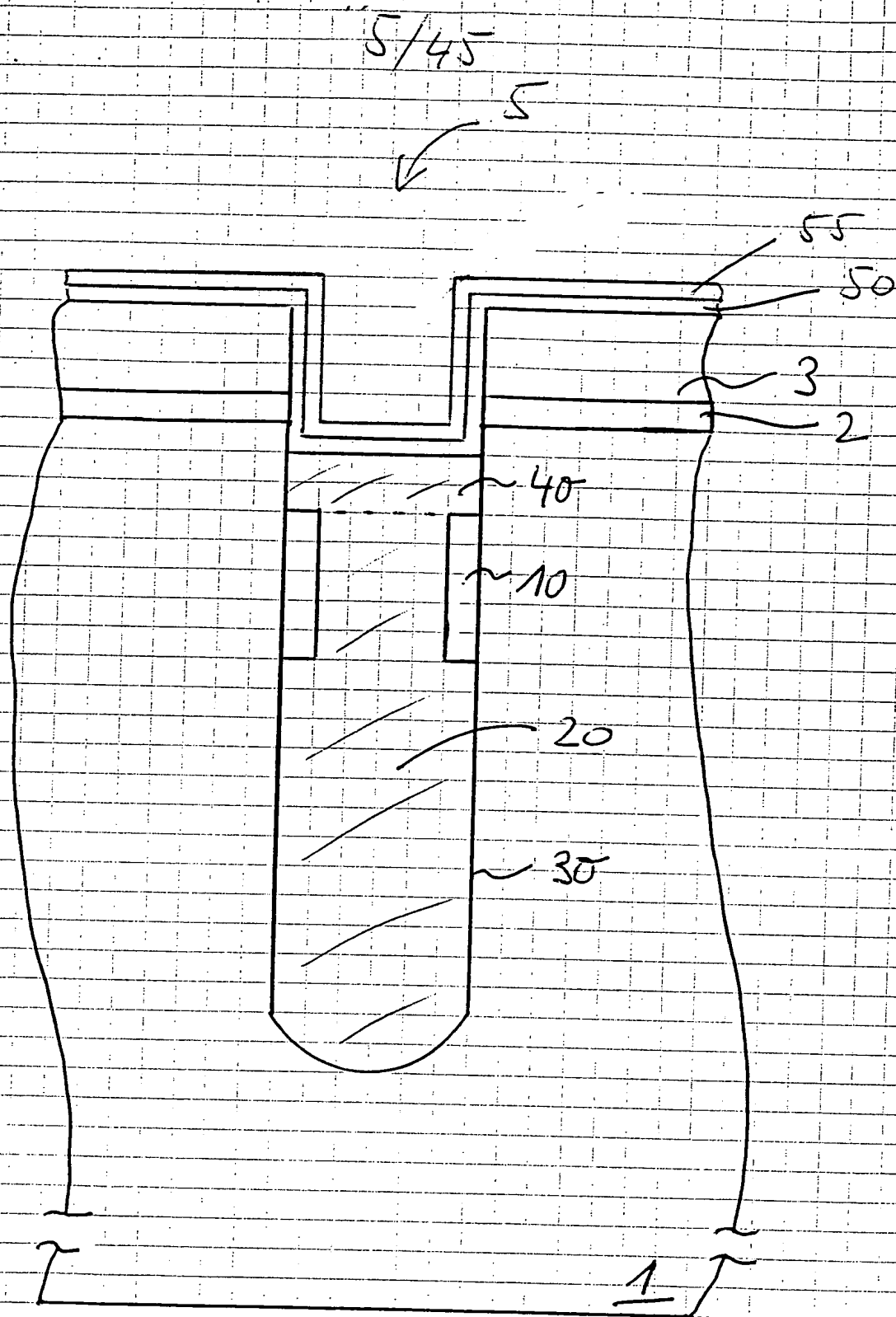


Fig. 3 B

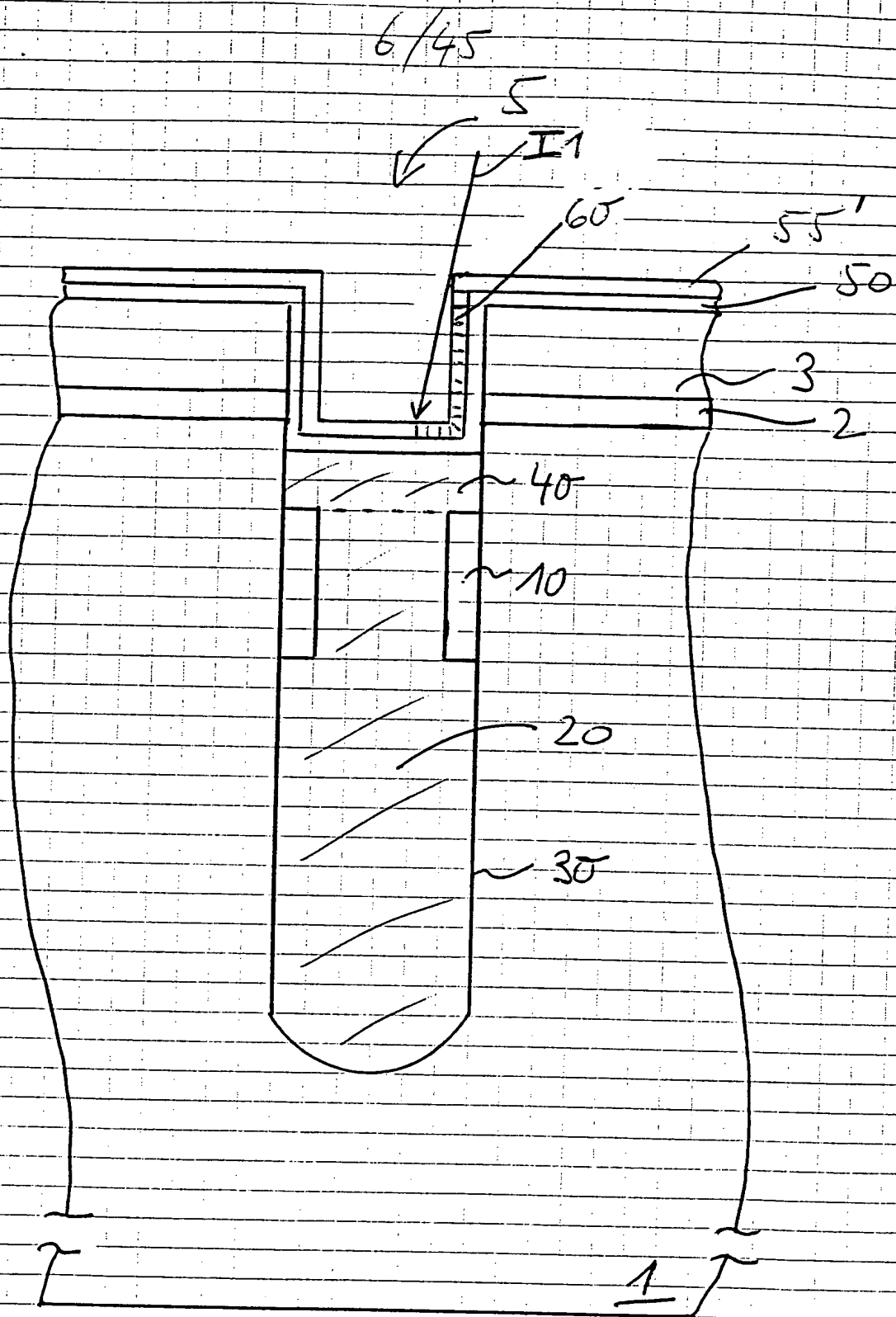


Fig. 3 C

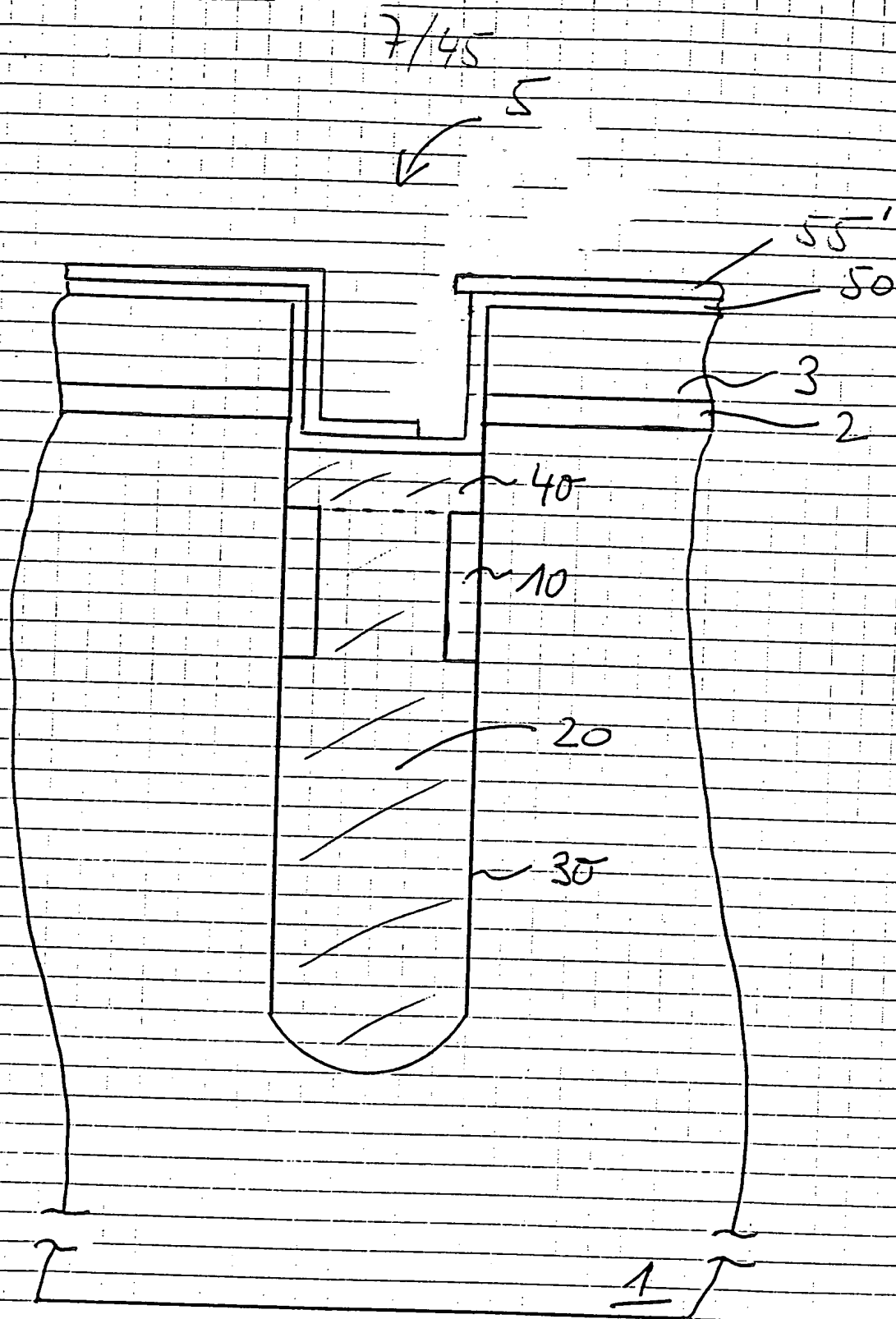


Fig. 3

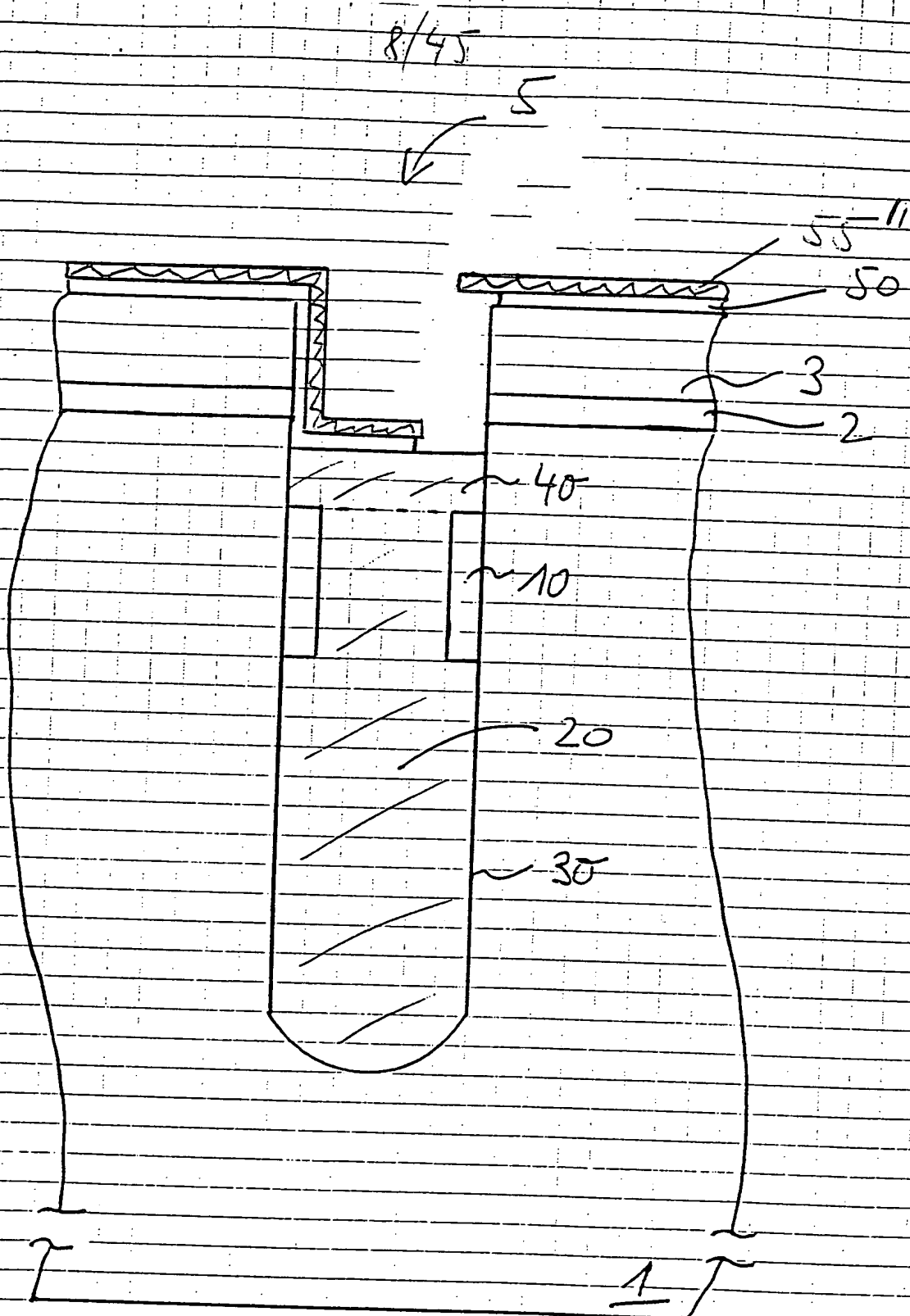


Fig. 3 E

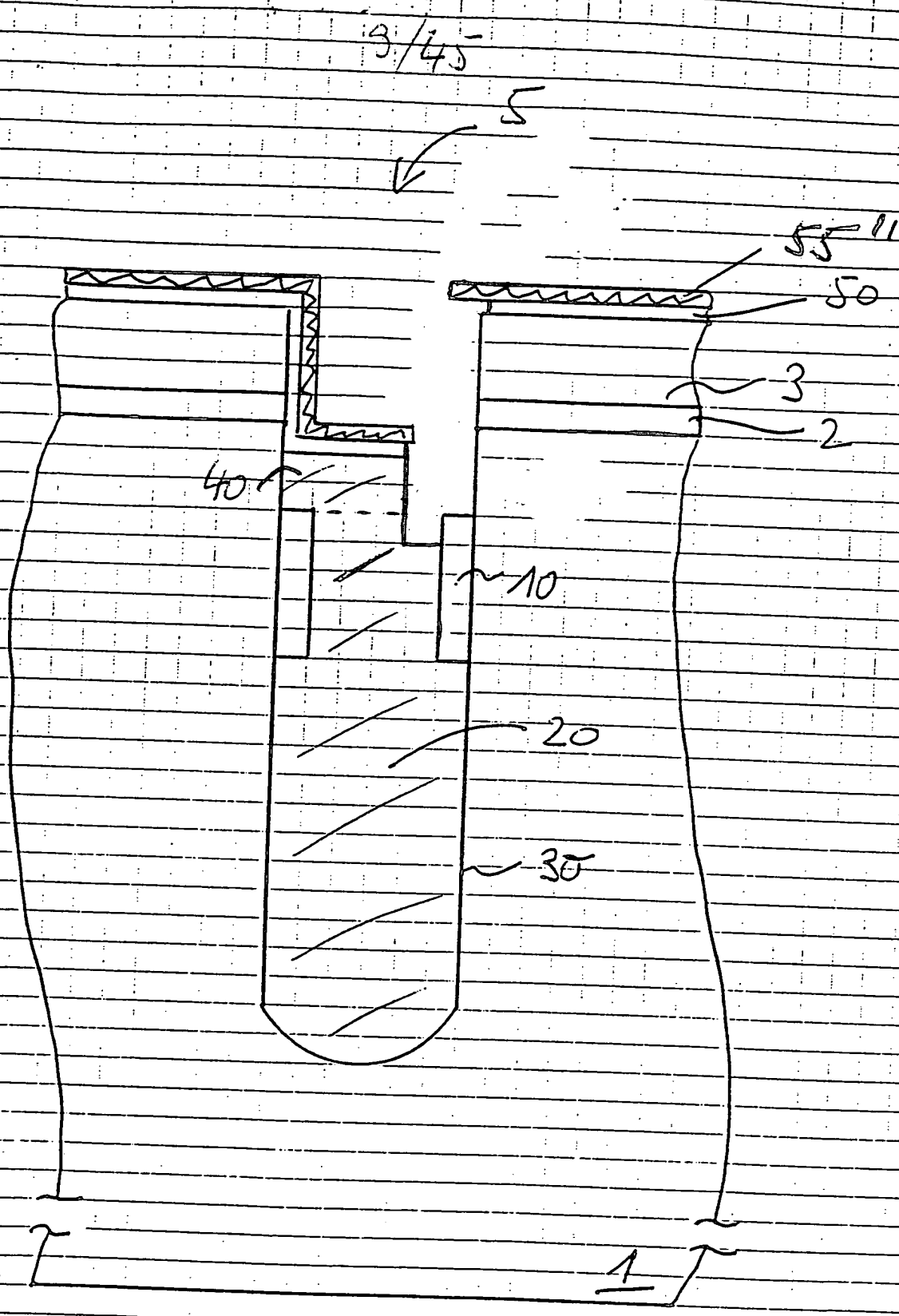


Fig. 3 F

10/45 5
↓

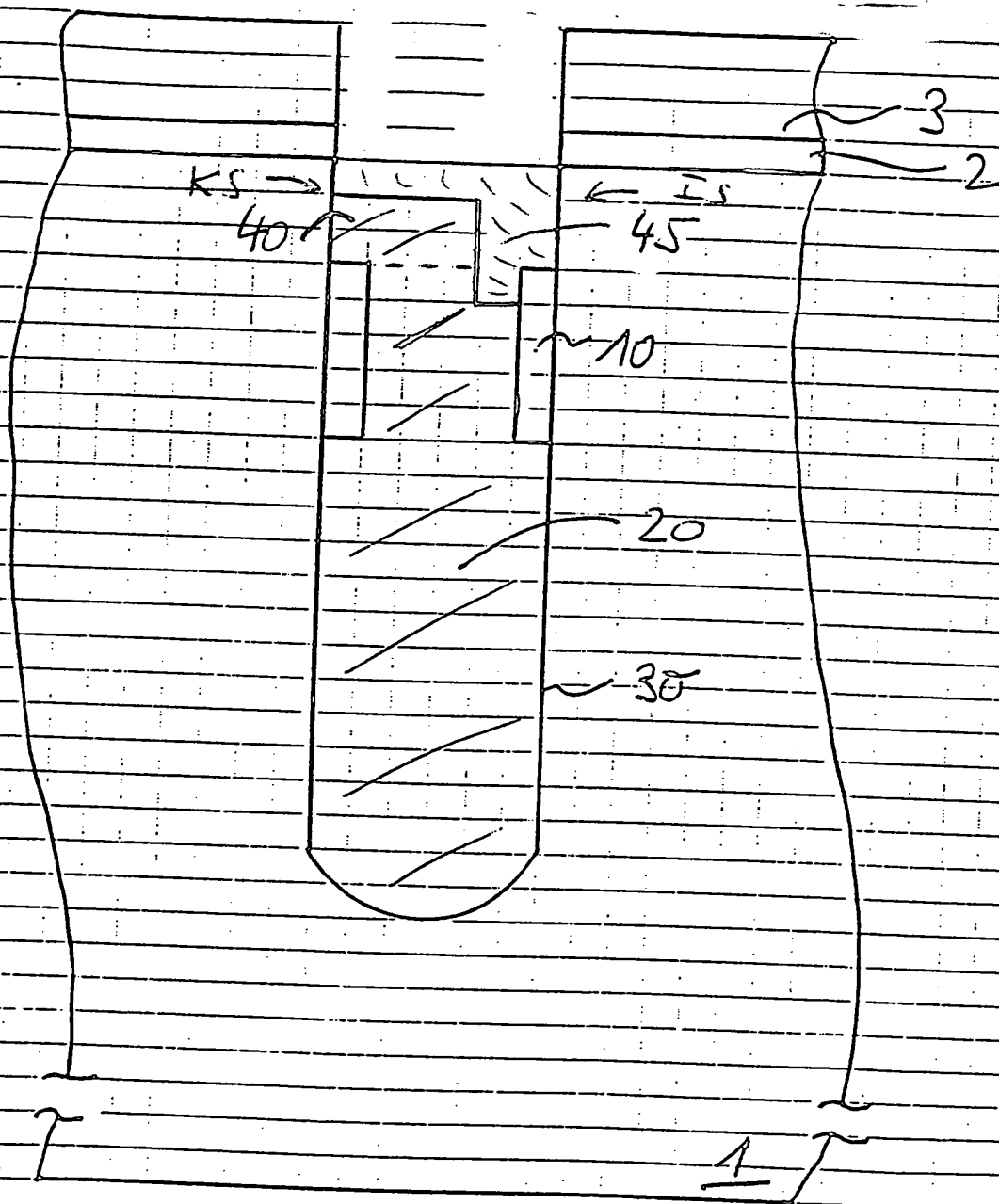


Fig. 39

11/45

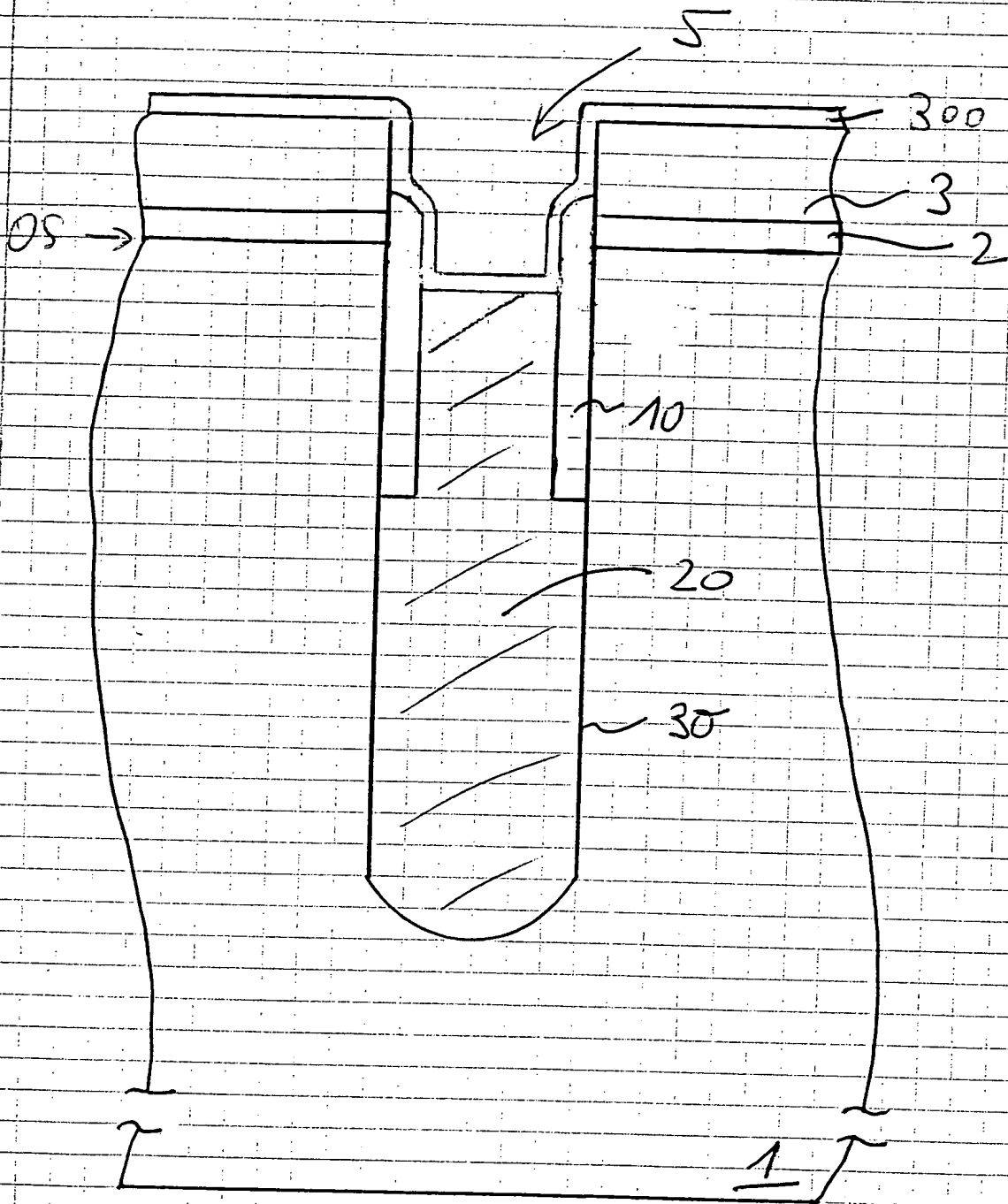


Fig. 4 A

112/45

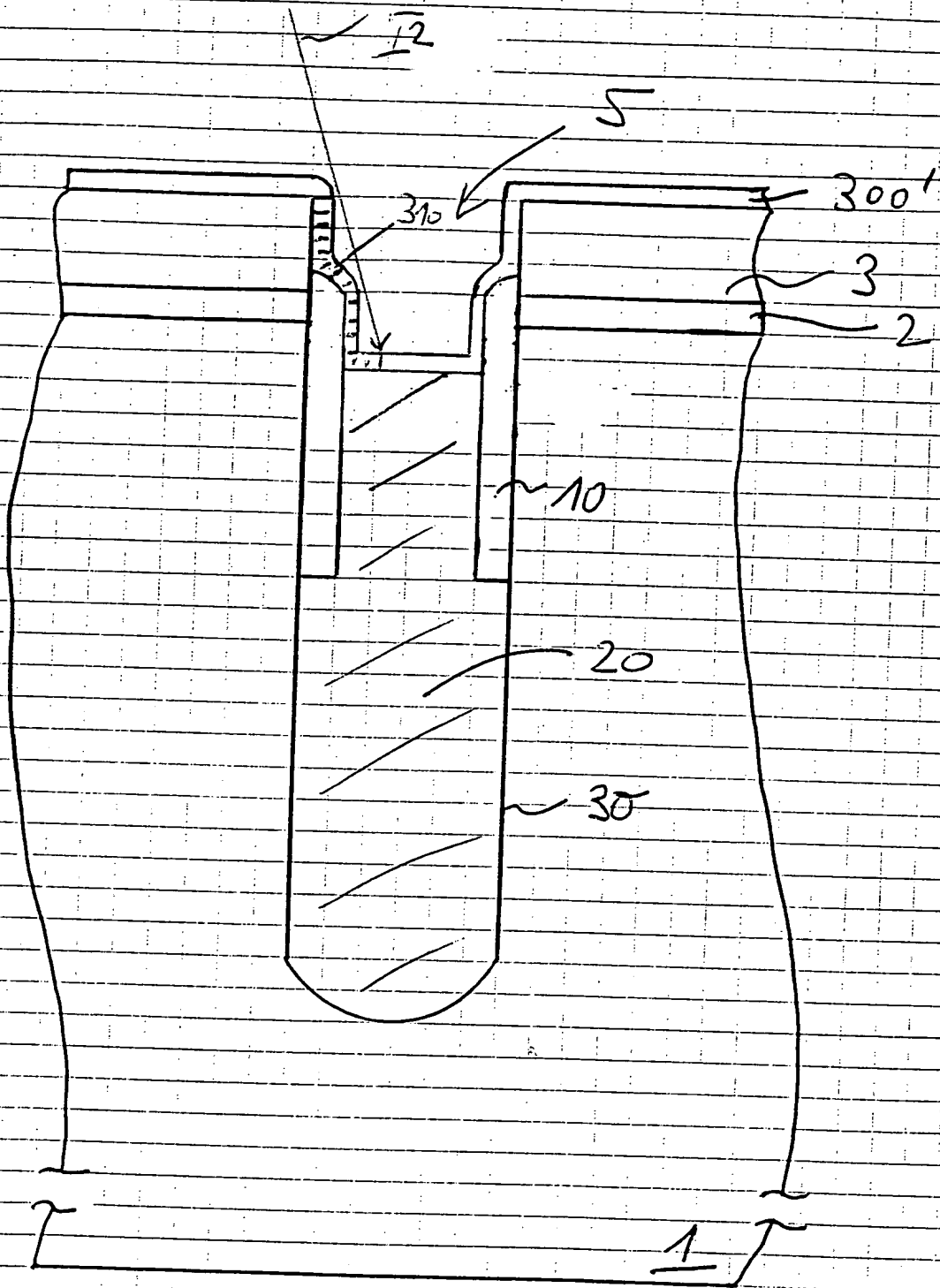


Fig. 4 B

13/45

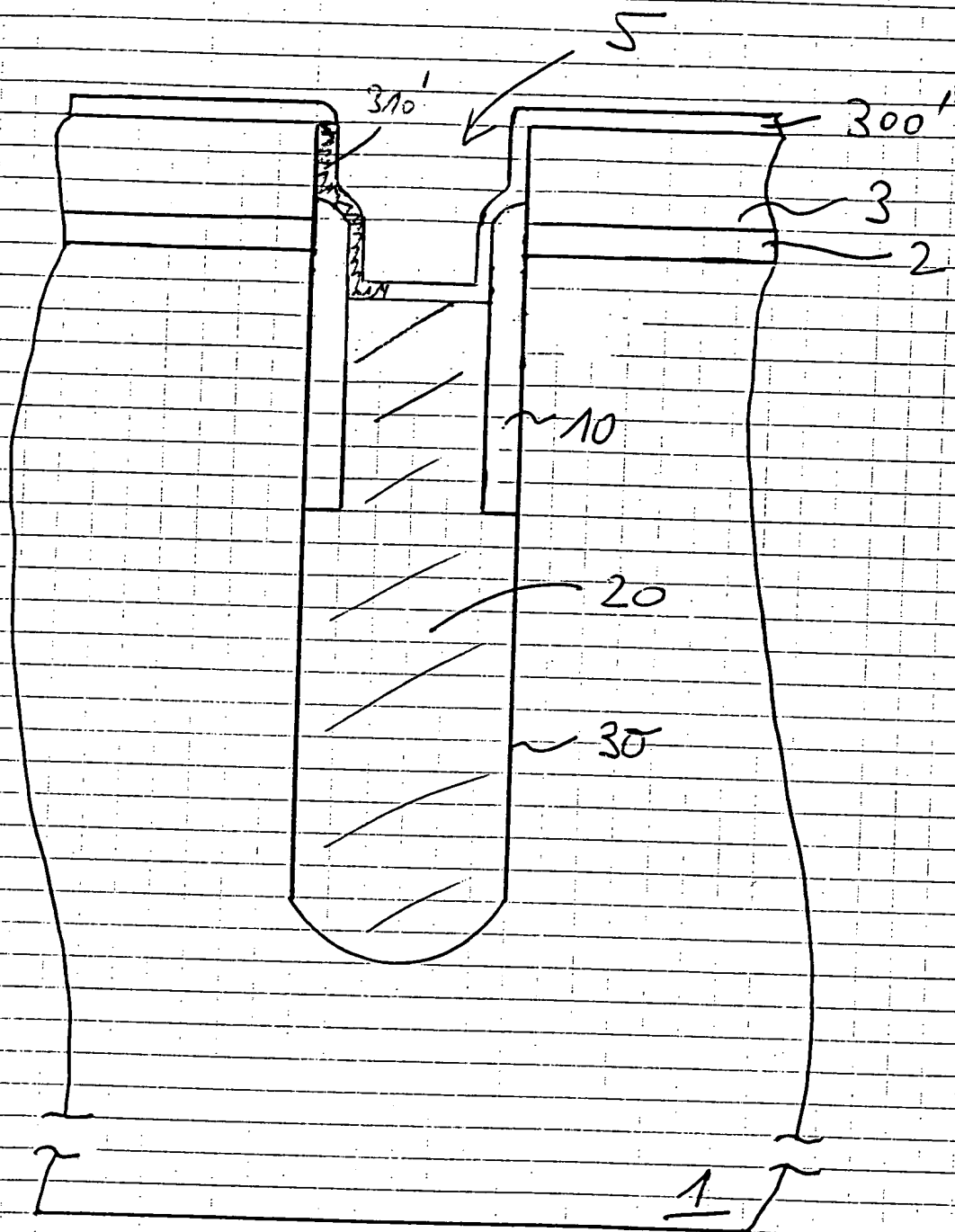


Fig. 4C

14/45

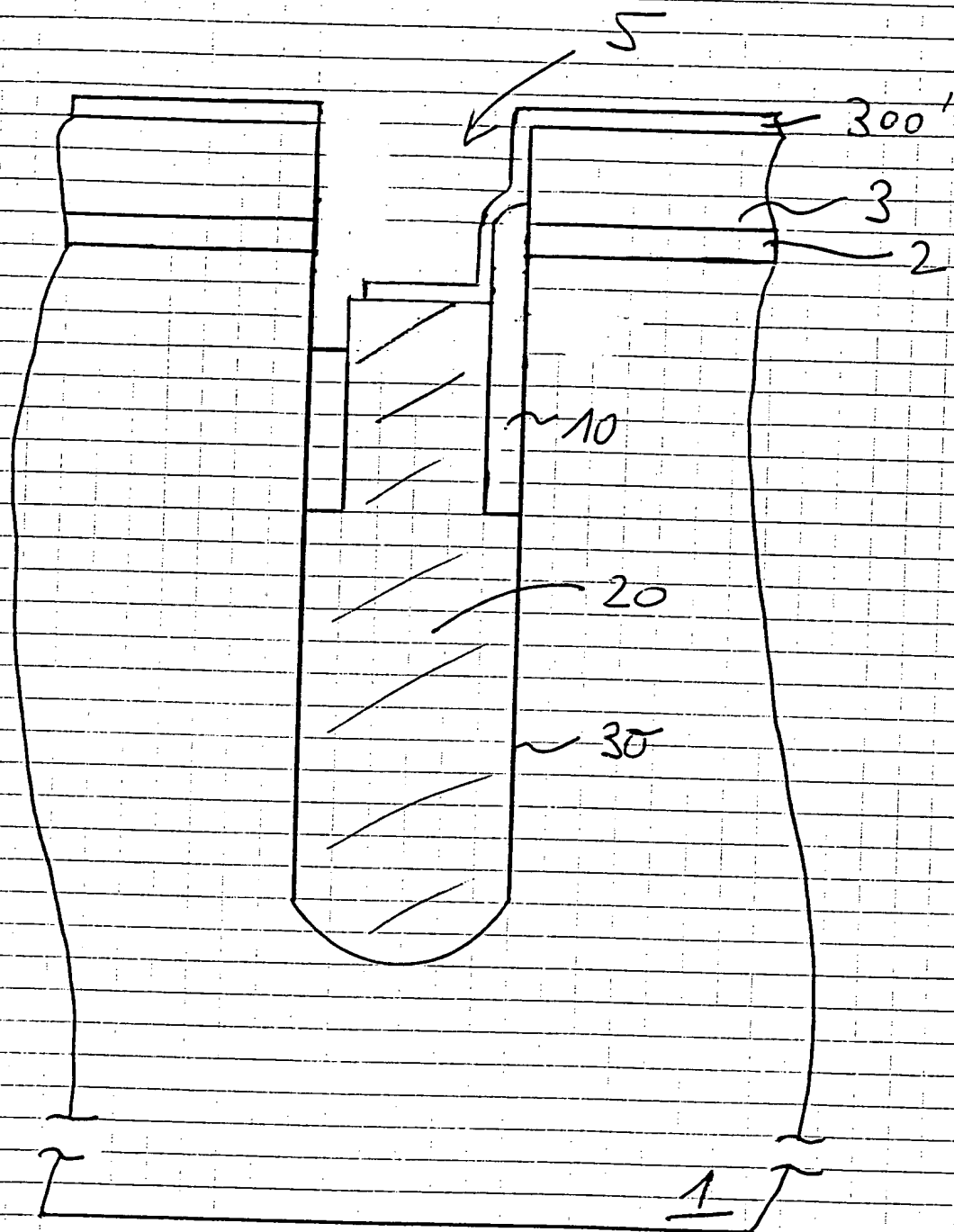


Fig. 4-1

75/45

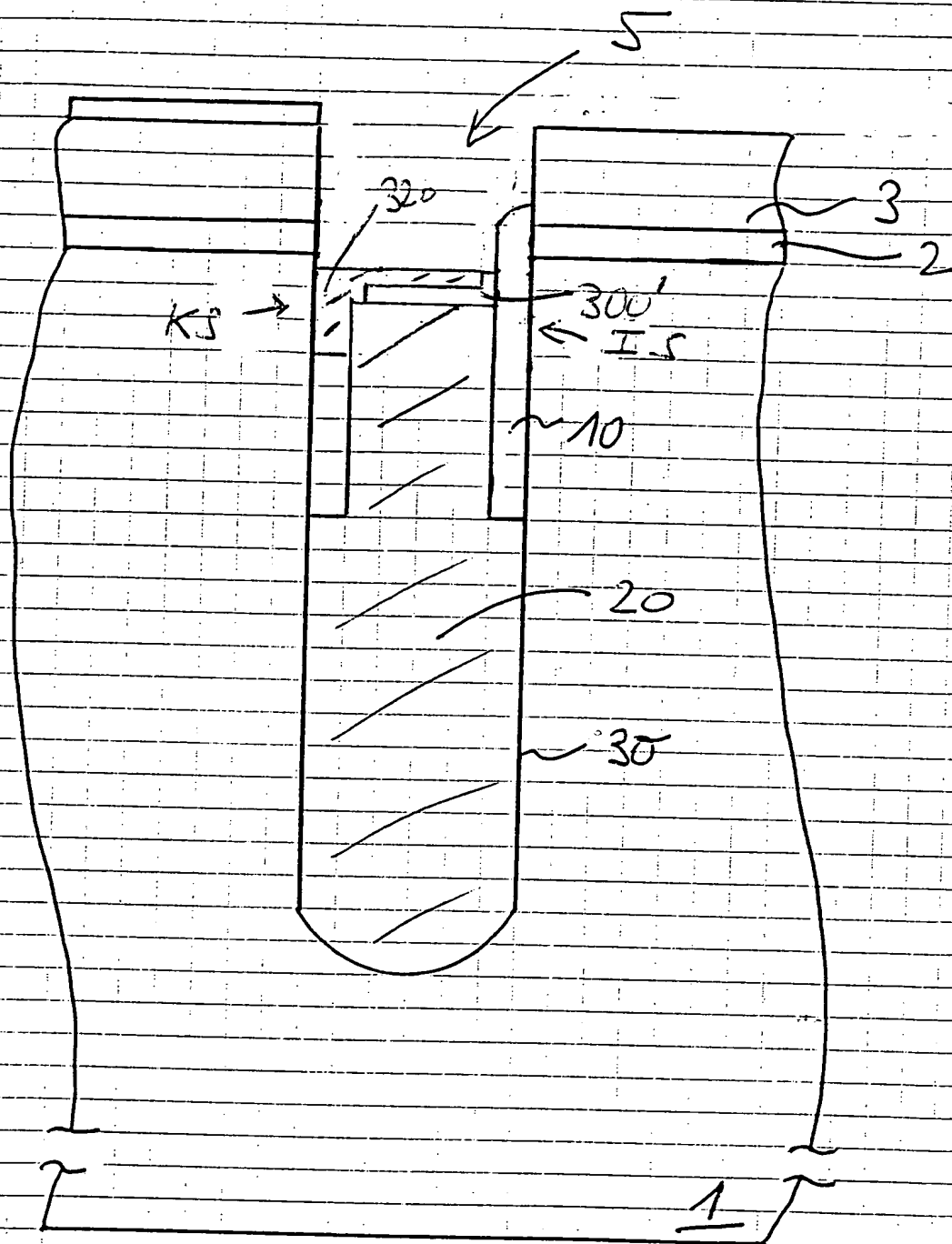


Fig. 4 E

16/45

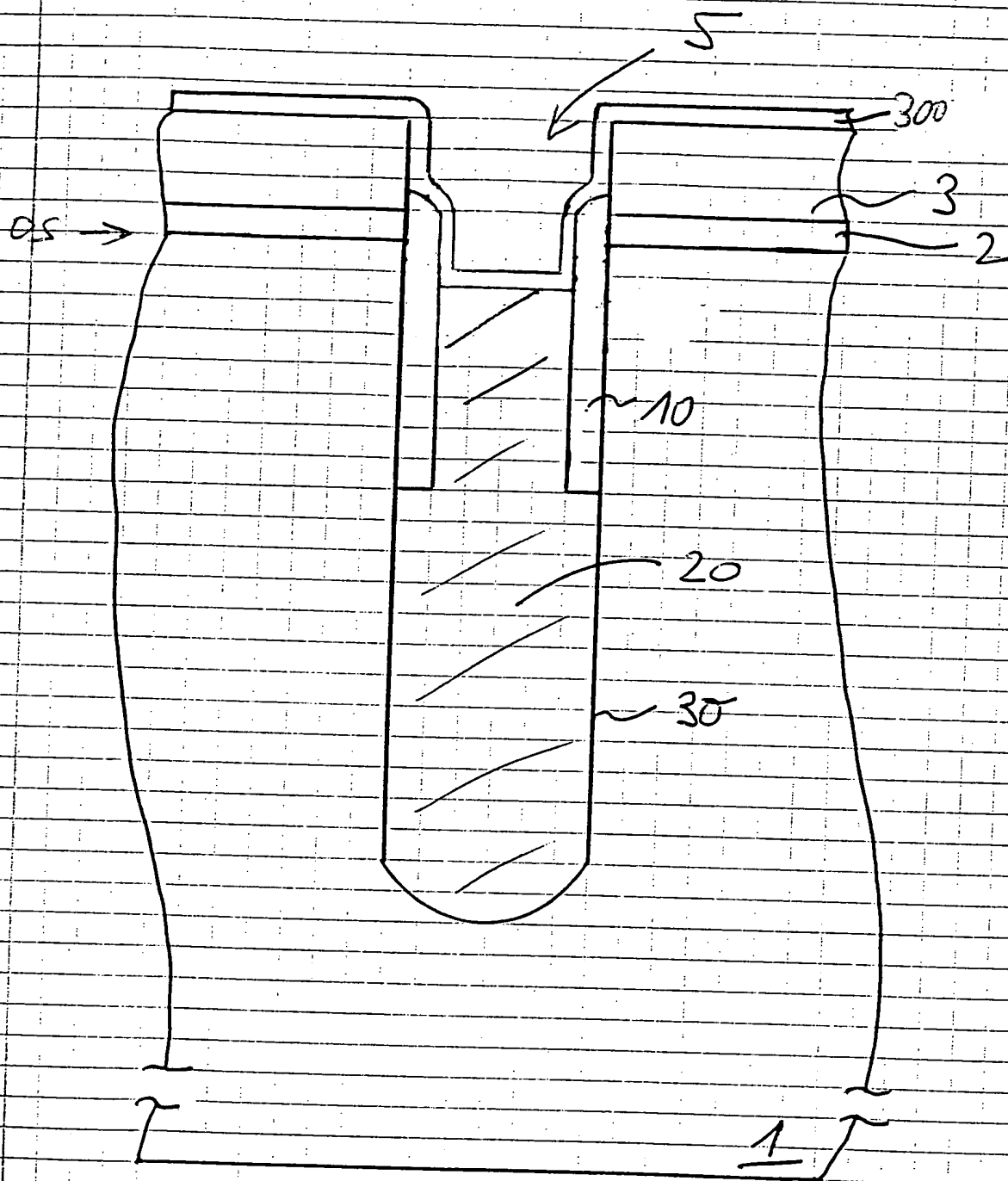


Fig. 5 A

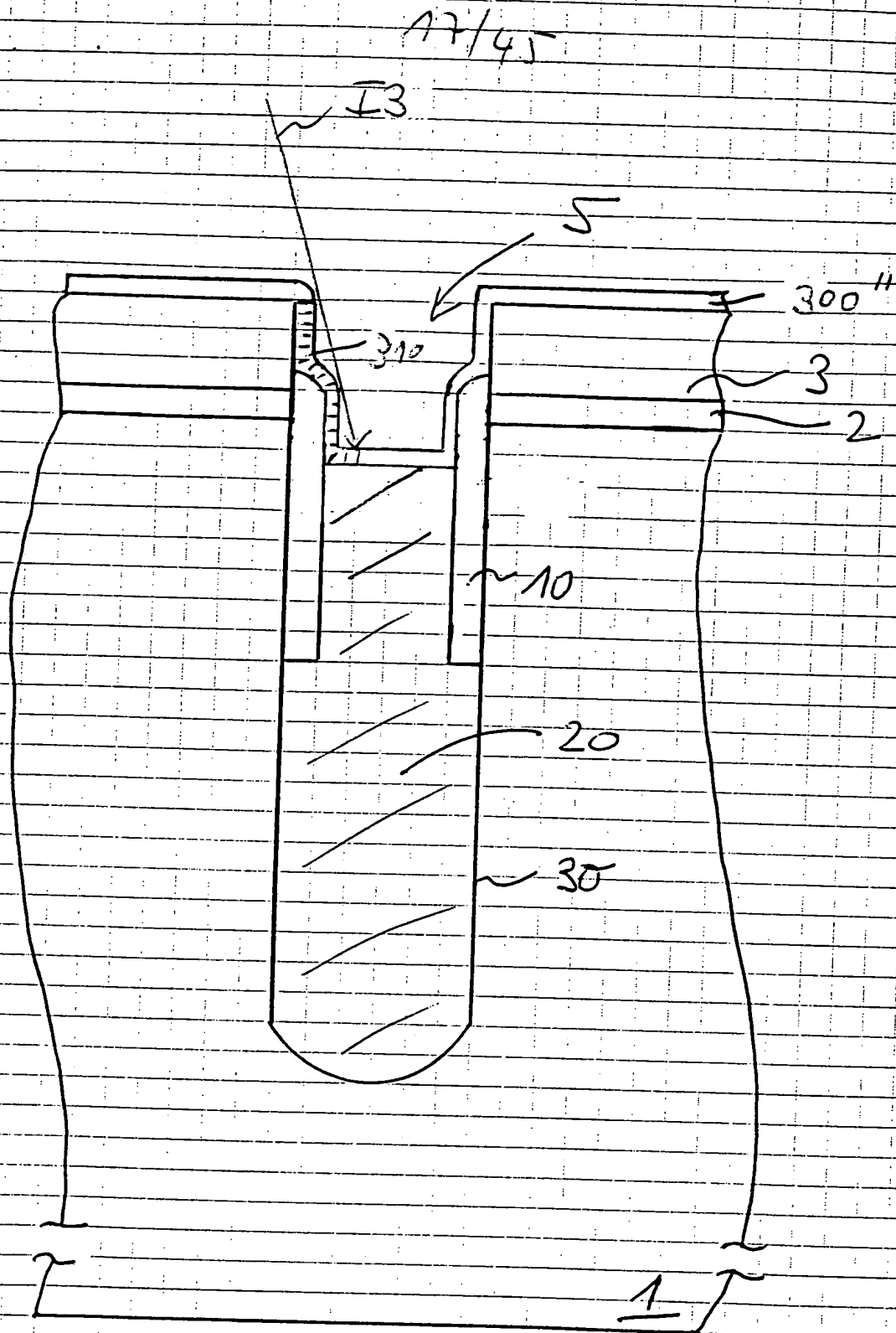


Fig. 5 B

18/45

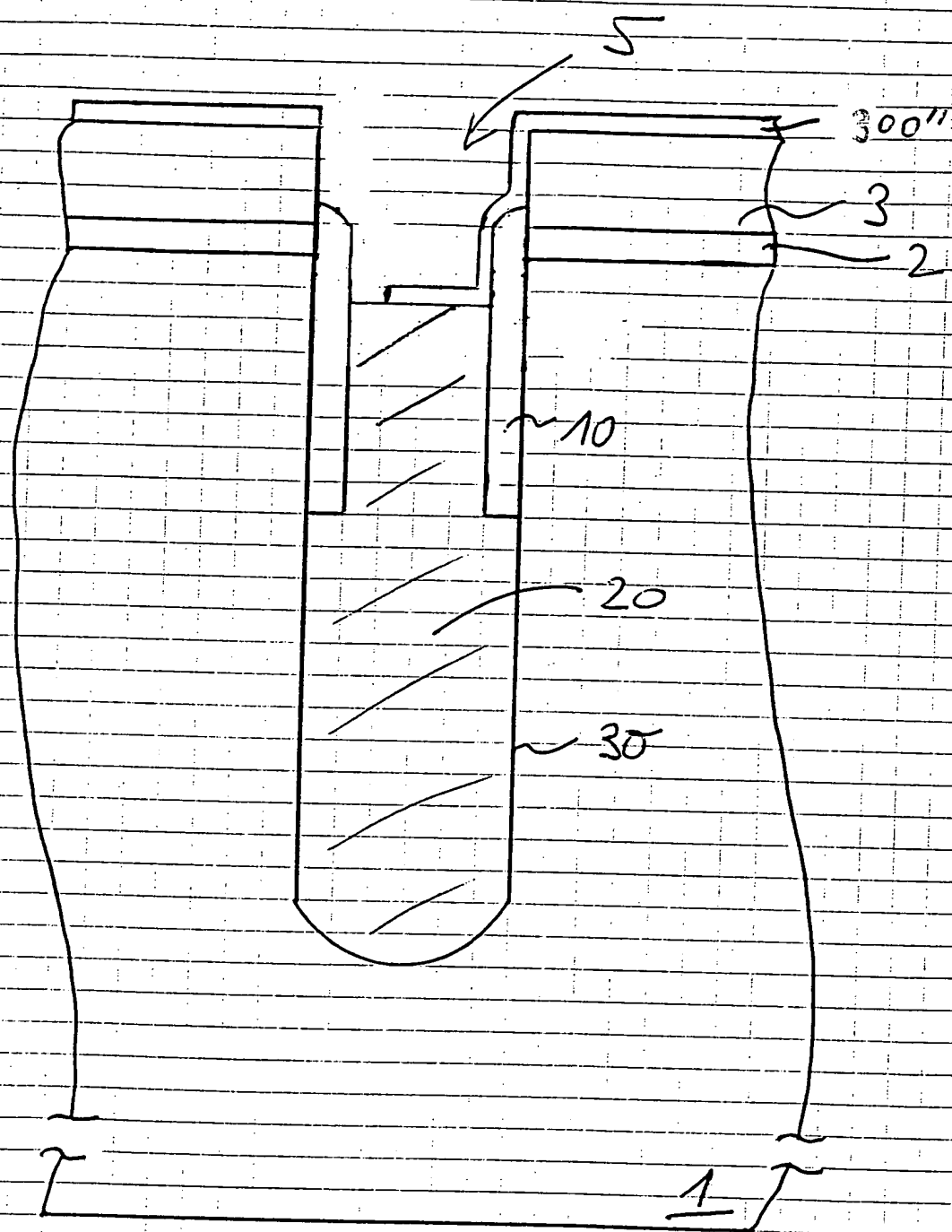


Fig. 5C

13/45

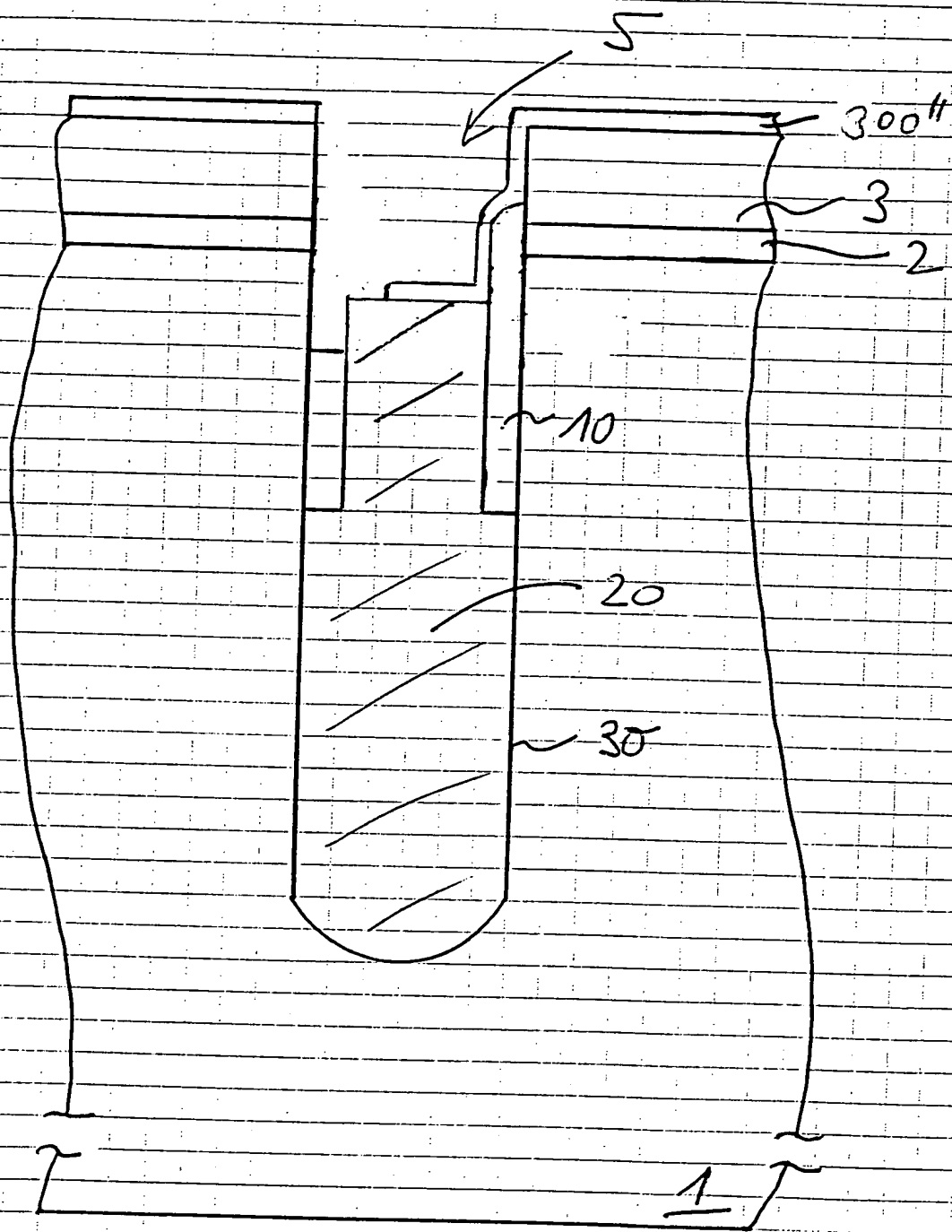



Fig. 5D

A hand-drawn schematic diagram on lined paper showing a cross-section of a device. The diagram features a central vertical rectangular region with diagonal hatching, labeled '20'. To its left is a region labeled 'KS' with a right-pointing arrow. To its right is a region labeled 'IS' with a left-pointing arrow. Above the central region, there is a small rectangular area labeled '300'' and '~10'. Above this, a horizontal line is labeled '320'. At the top right, there are two horizontal lines labeled '3' and '2'. A large arrow labeled '5' points from the top right towards the central region. At the bottom right, there is a label '1' with an arrow pointing to the bottom edge of the central region. The entire diagram is enclosed within a large, irregular outline.

TUNNEN 

21/45

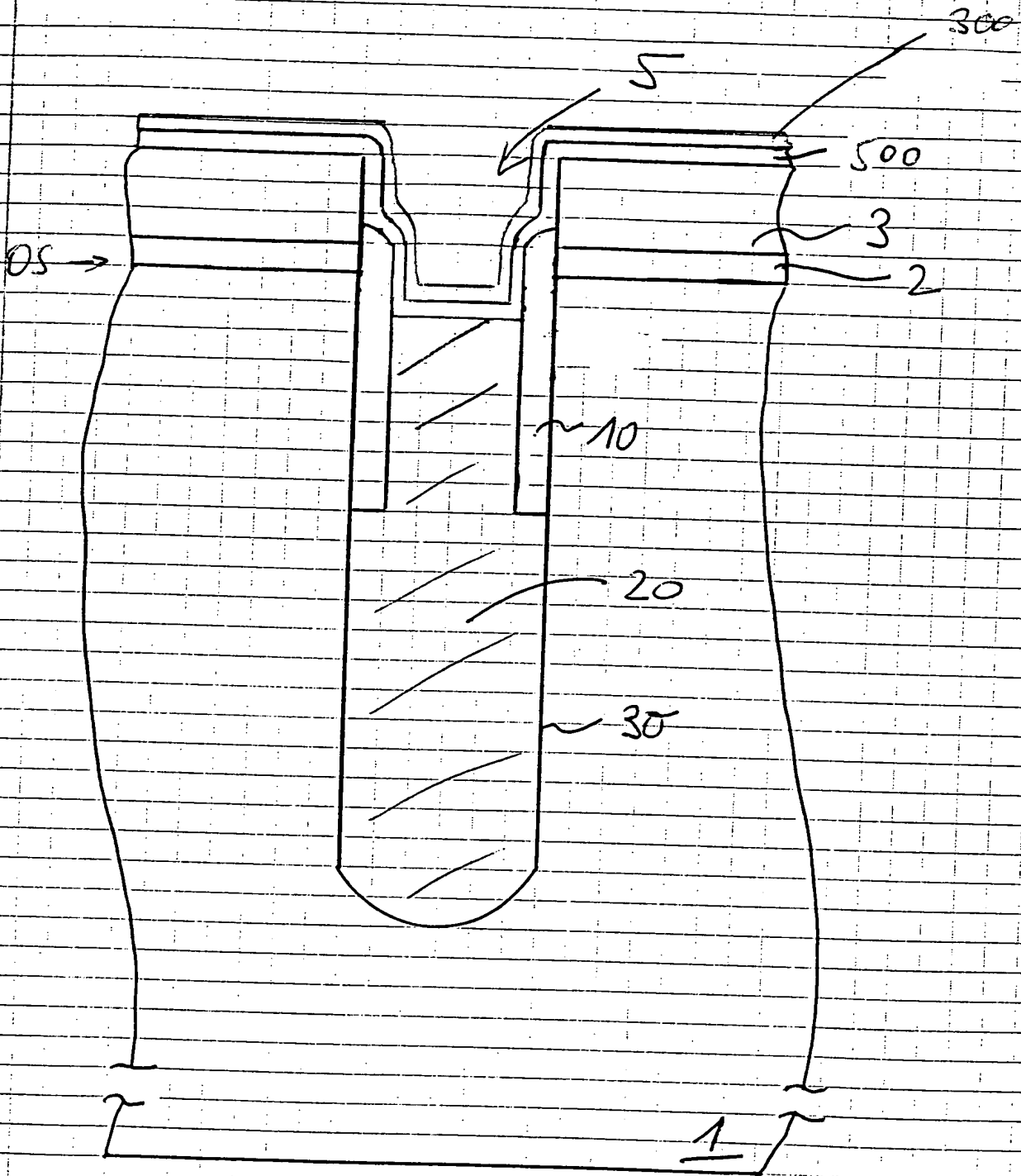



Fig. 6A

A hand-drawn schematic diagram of a wellbore system on lined paper. The diagram shows a large outer wellbore (1) and a smaller inner wellbore (20) connected by a horizontal passage (10). The inner wellbore has a rounded bottom (30). A cross-section line I-I is indicated at the top right. Various components are labeled with numbers: 310 points to a seal or plug in the passage; 500 points to a component at the top of the inner wellbore; 3 and 2 point to components near the top of the inner wellbore. A scale bar at the bottom is labeled 1. A dimension of 300' is noted at the top right.

KUNNEN 

23/45

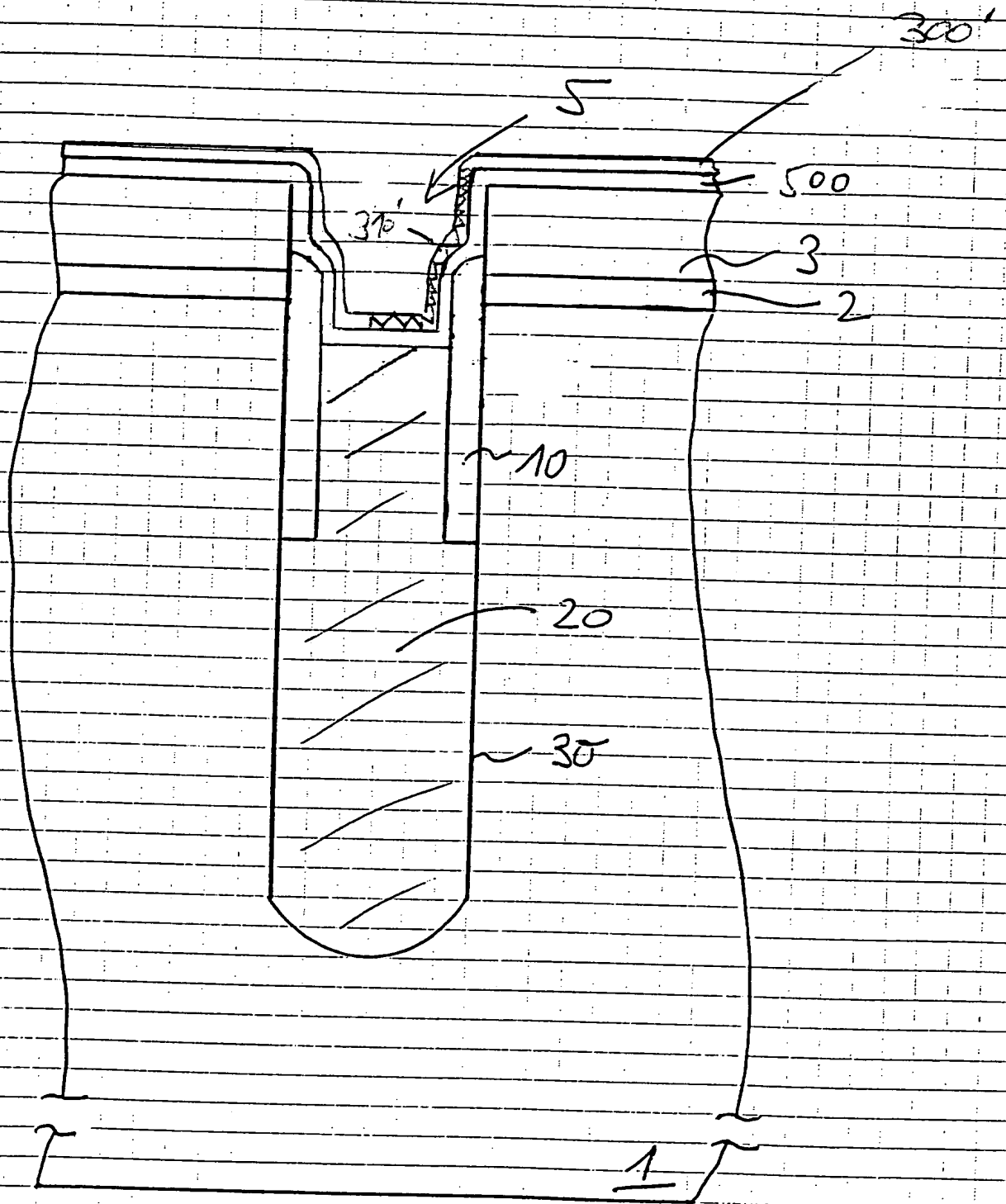


Fig. 6 C

24/45

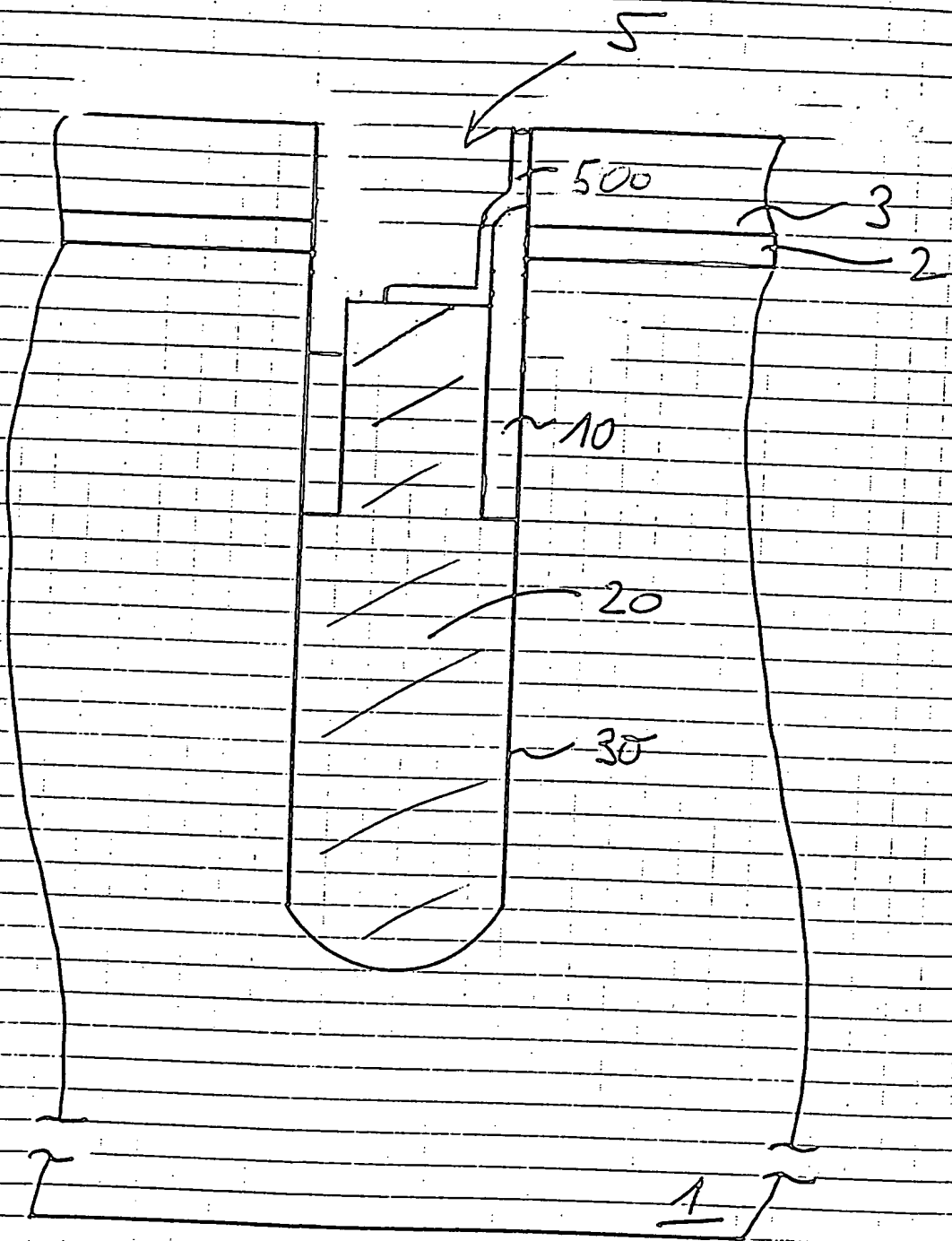


Fig. 6 D

25/45

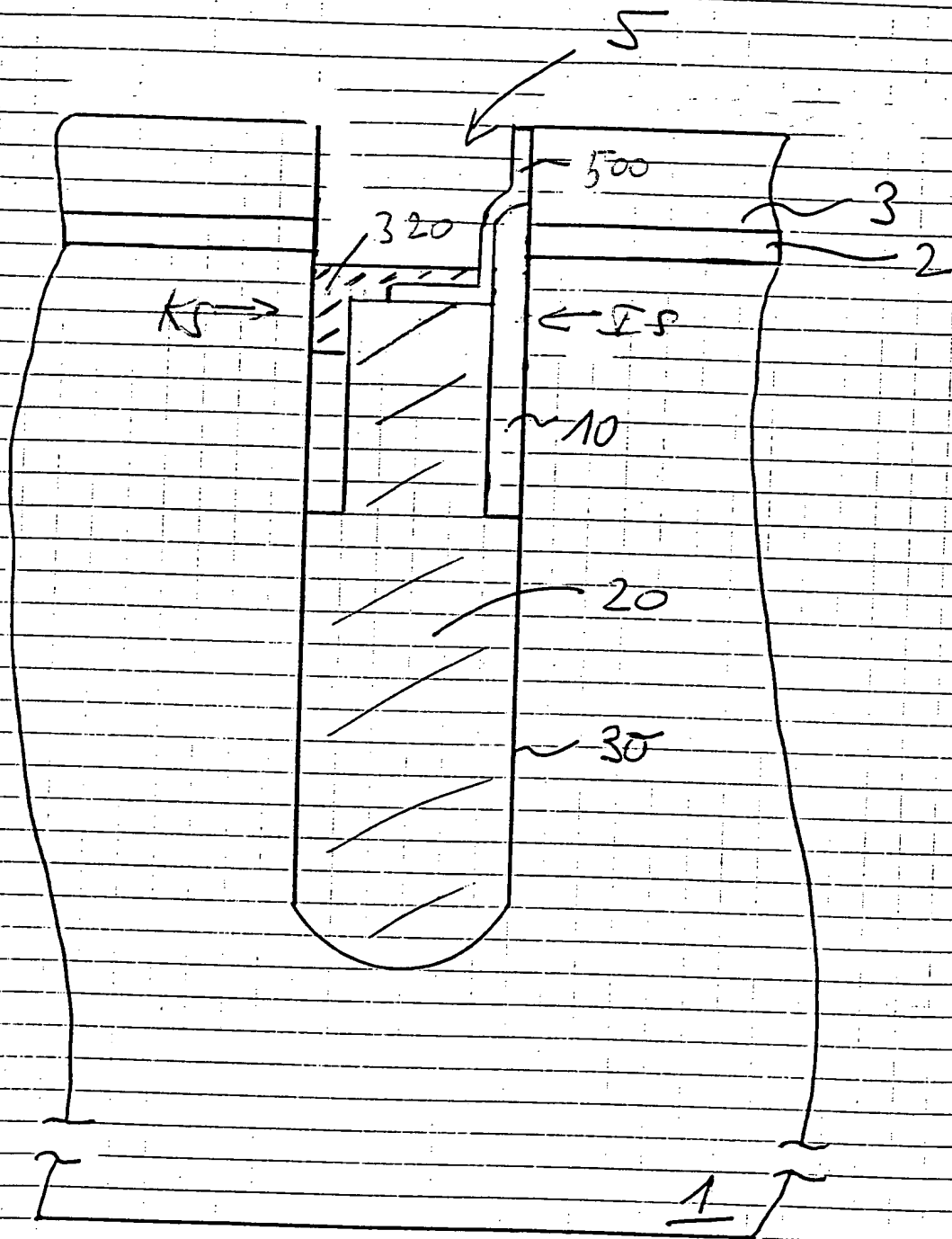


Fig. 6E

Fig. 7A

27/45

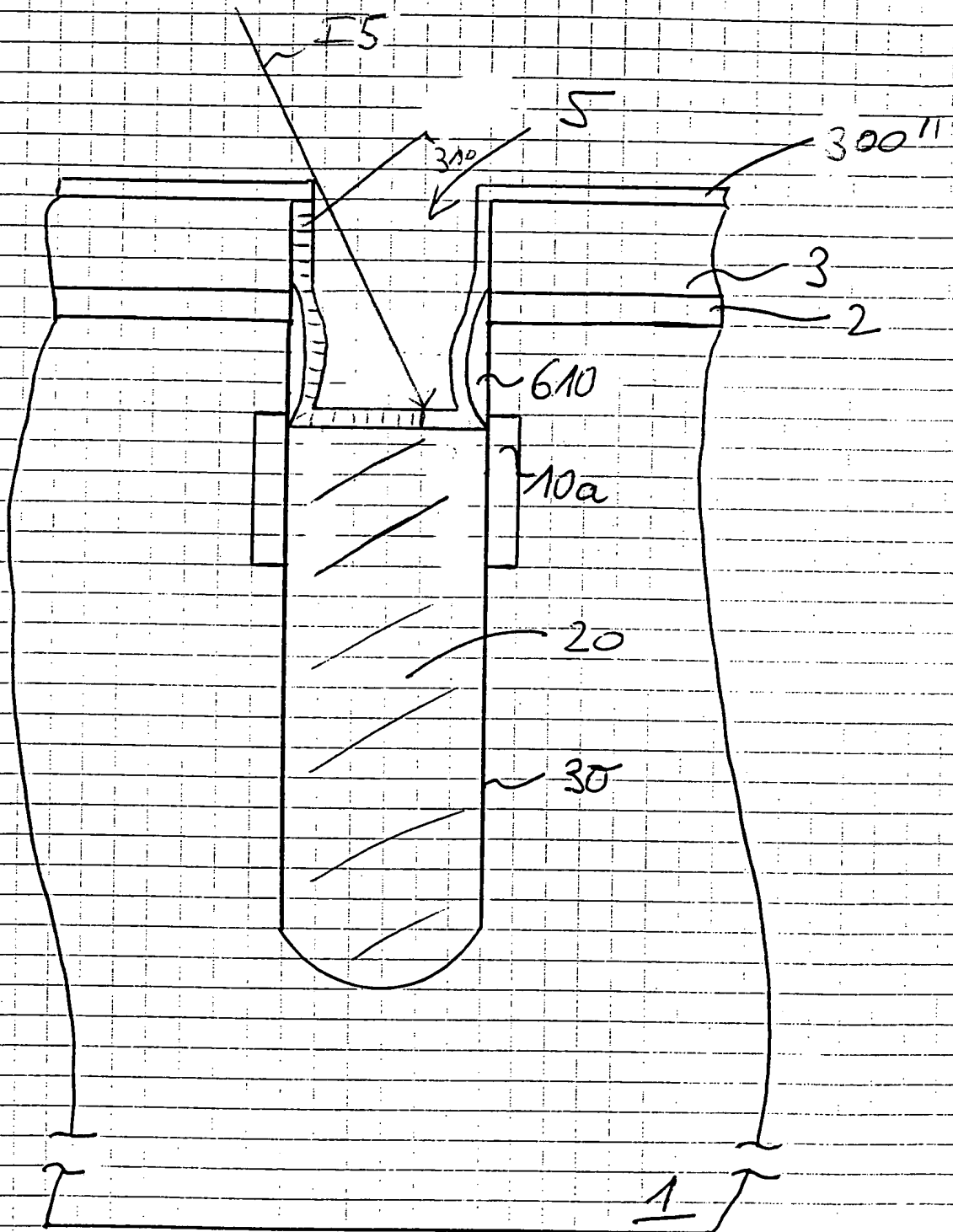


Fig. 7 B

28/45

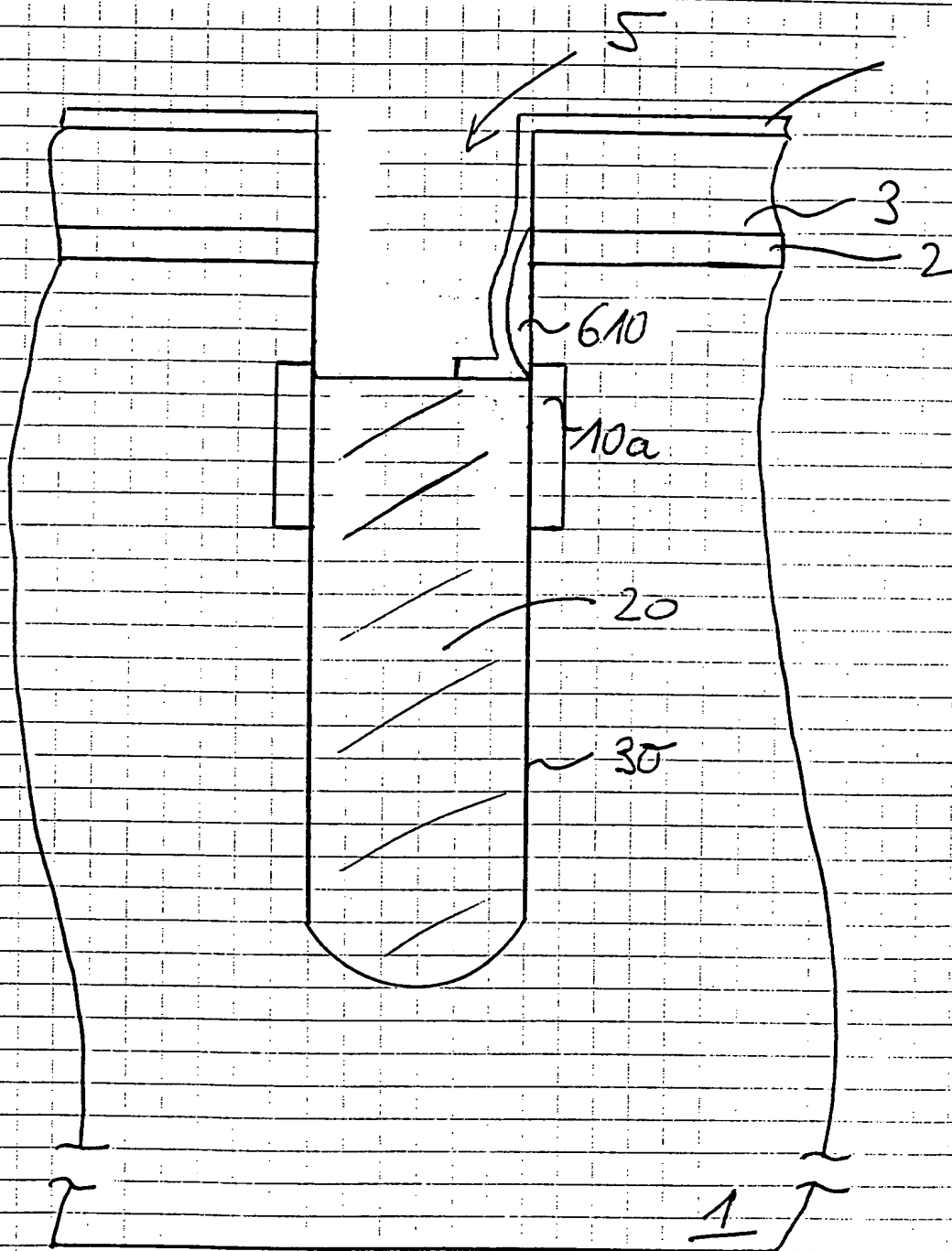


Fig.

7C

29/45

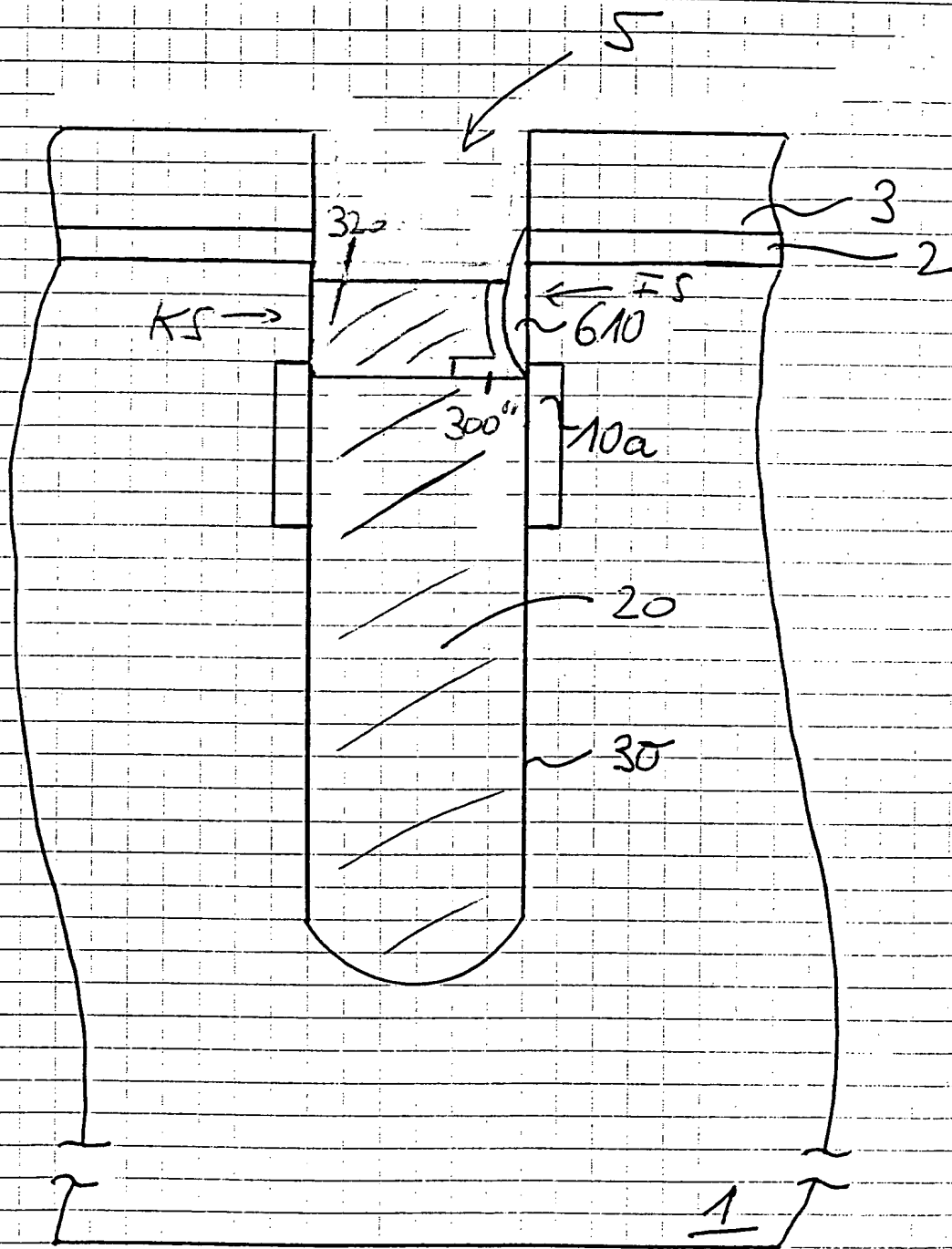


Fig.

7D

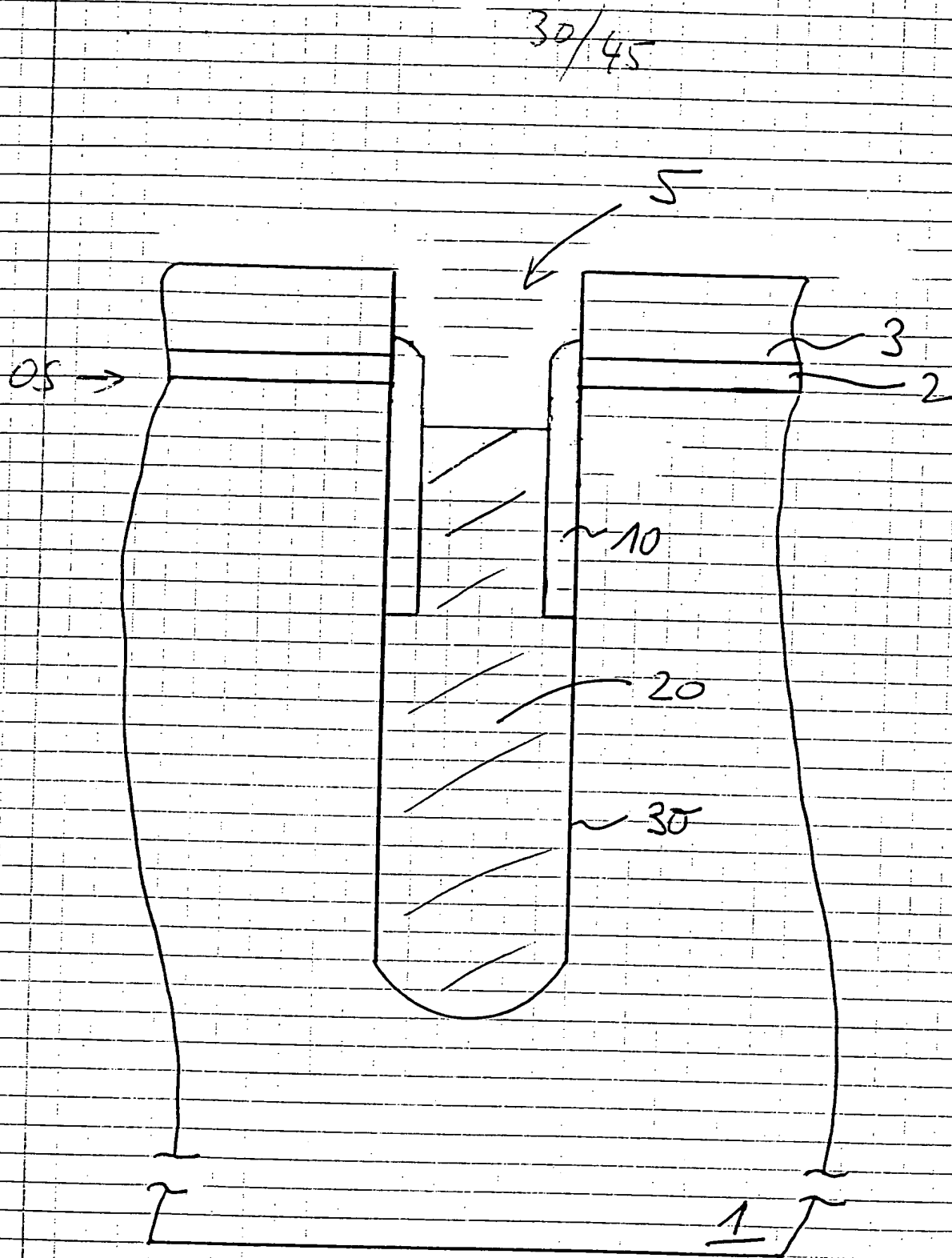


Fig. 84

34/45

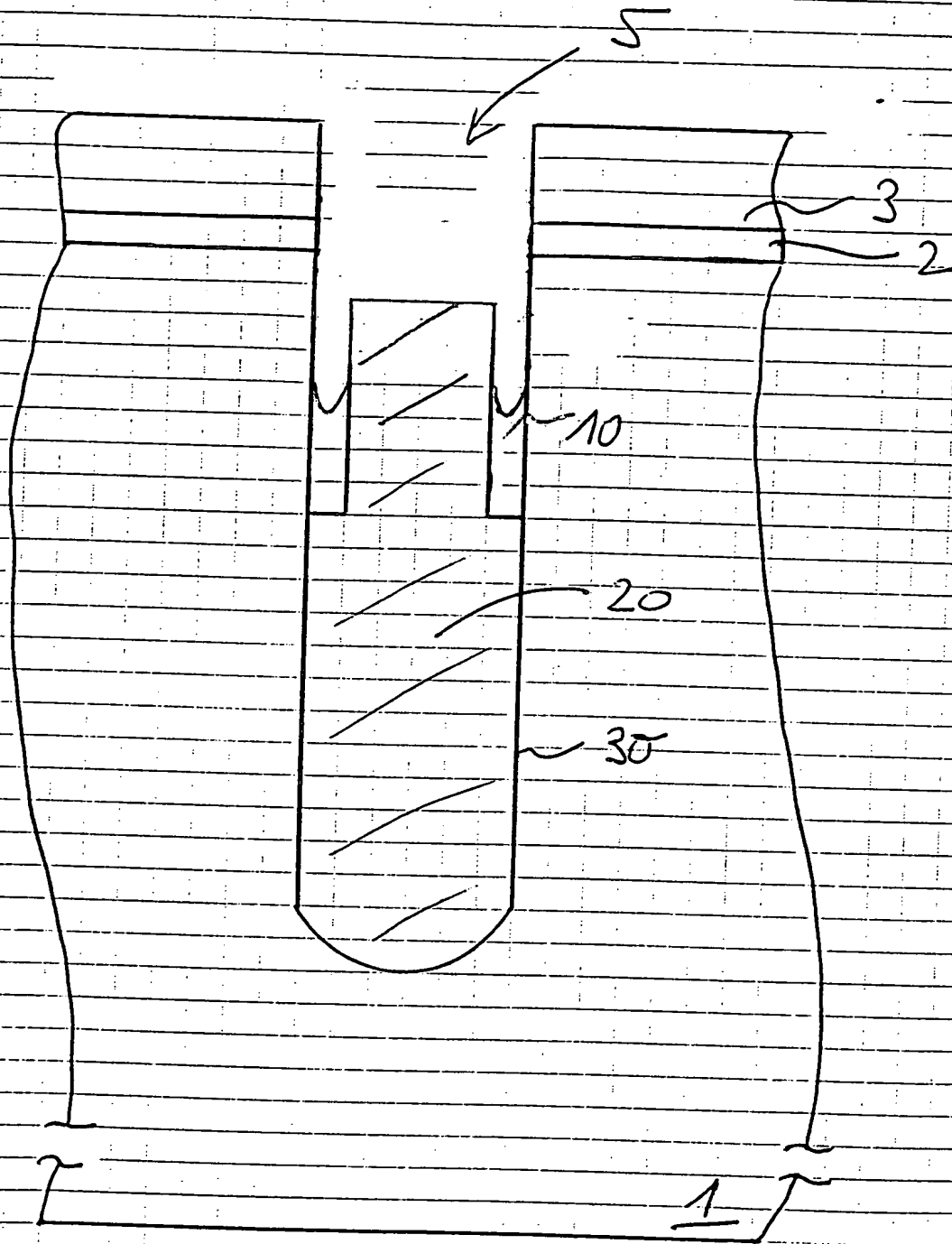


Fig. 8B

32/45

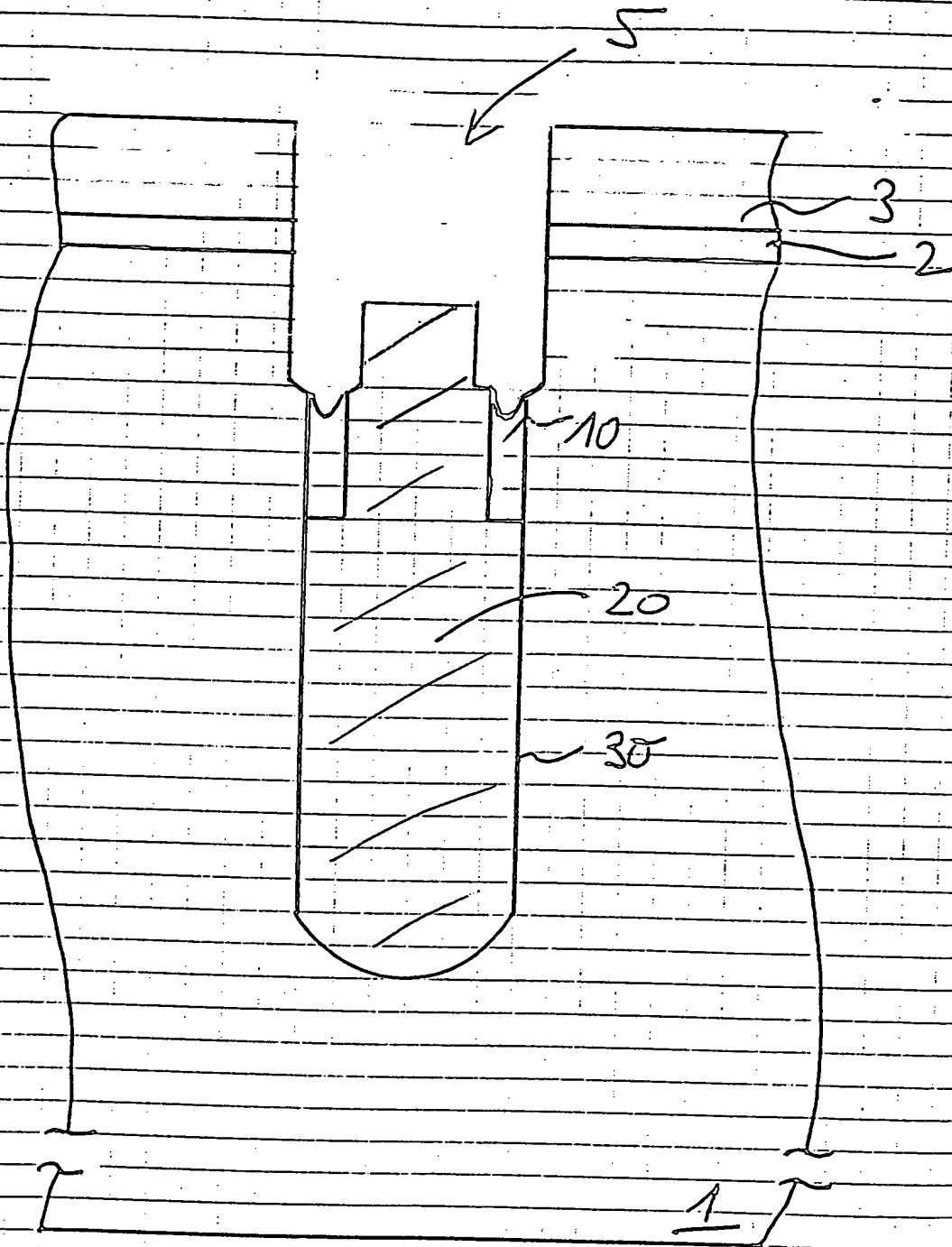


Fig. 8C

33/45

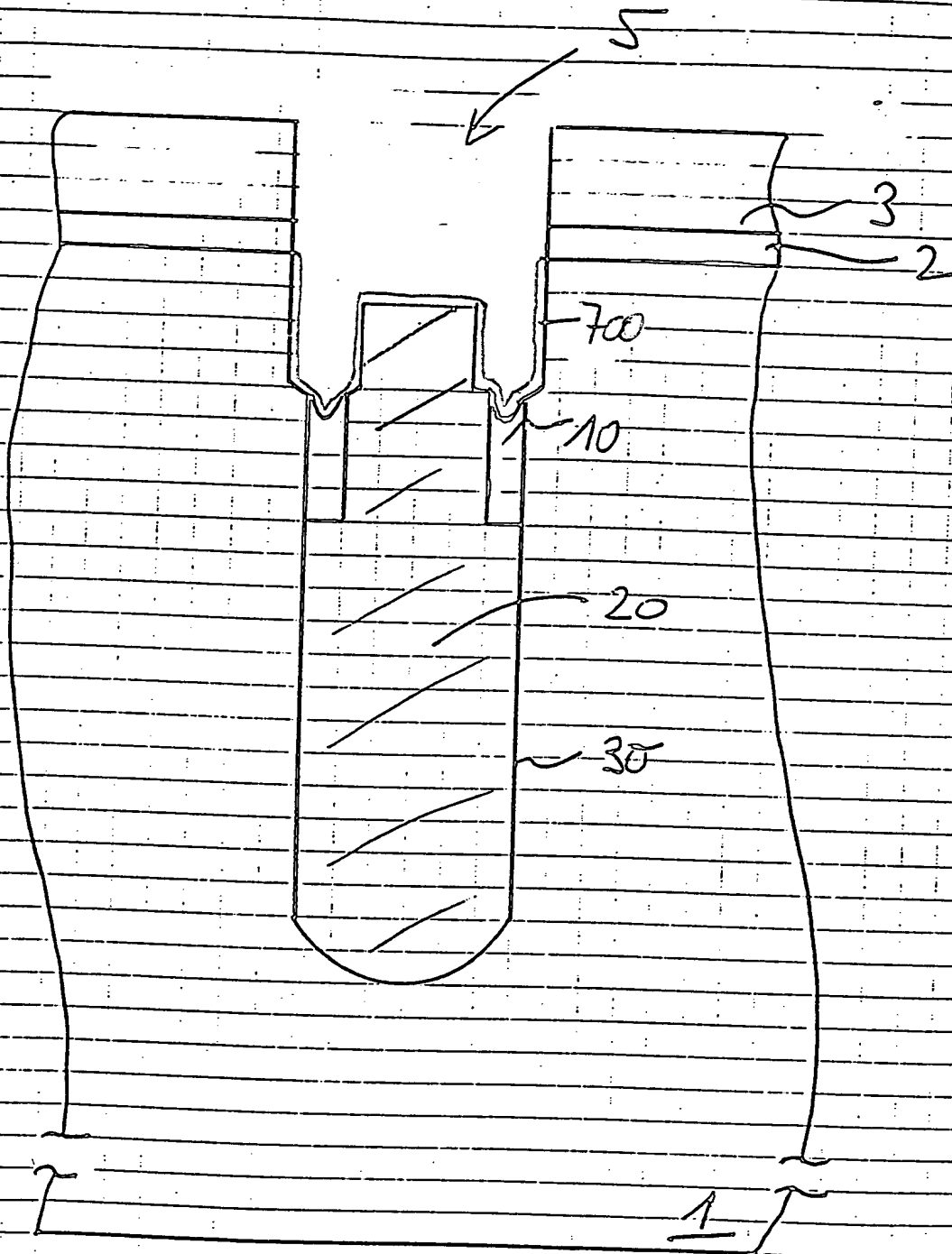


Fig. 80

34/45

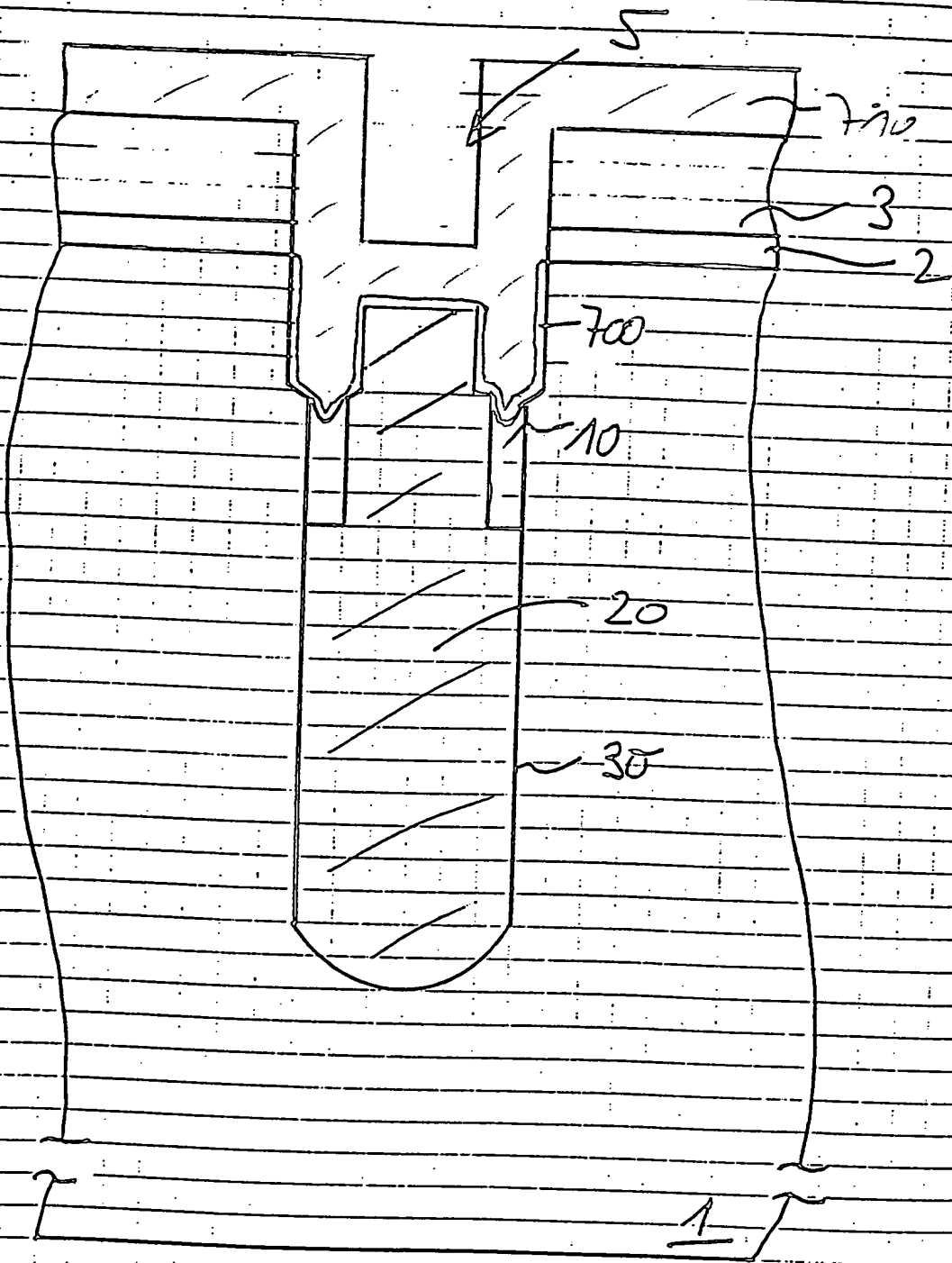


Fig.

8E

35/45

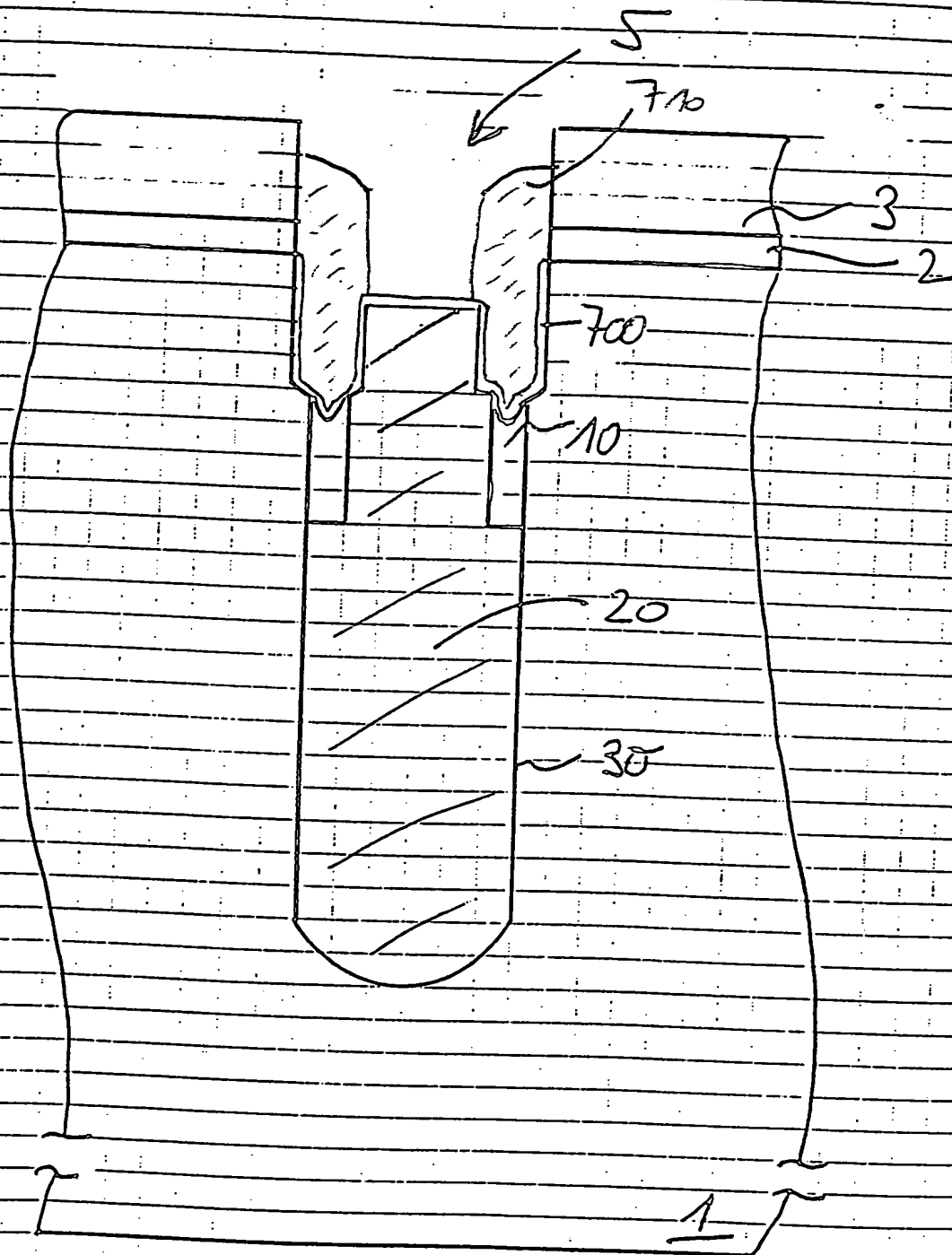


Fig.

8 F

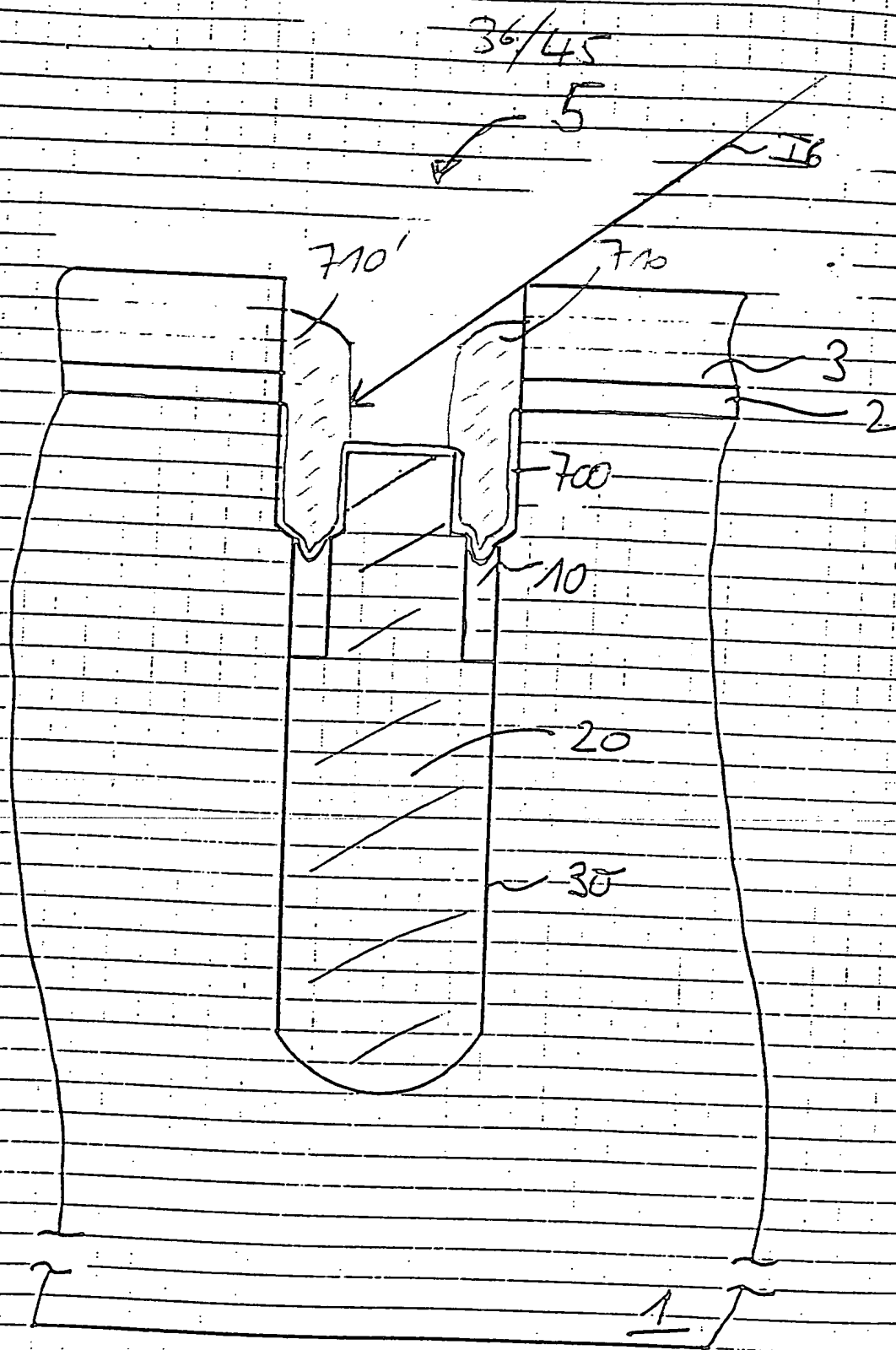


fig. 8G

37/45

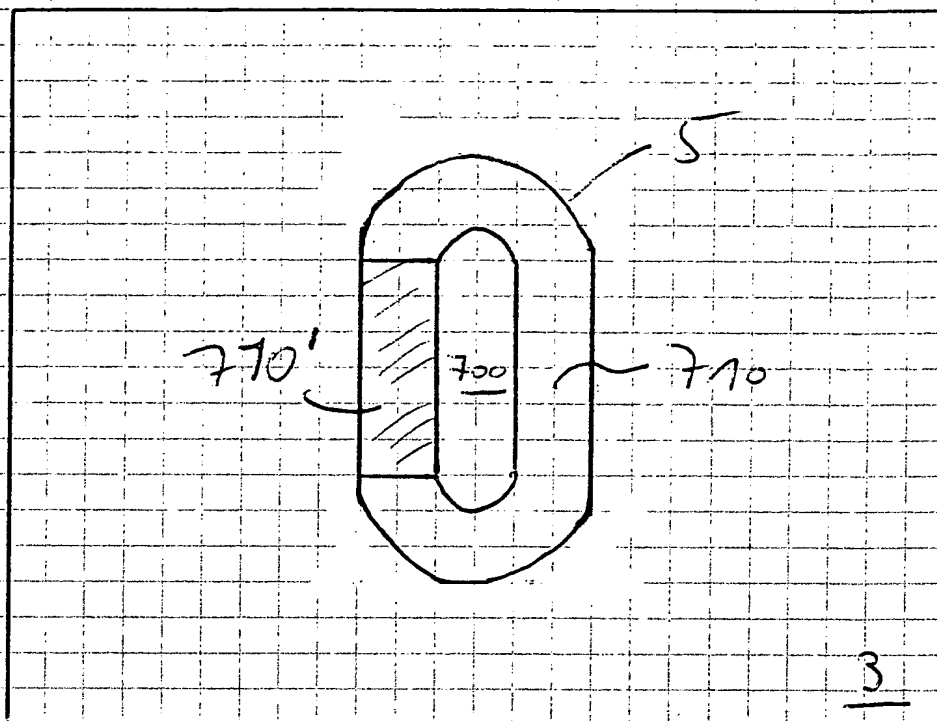


Fig. 8H

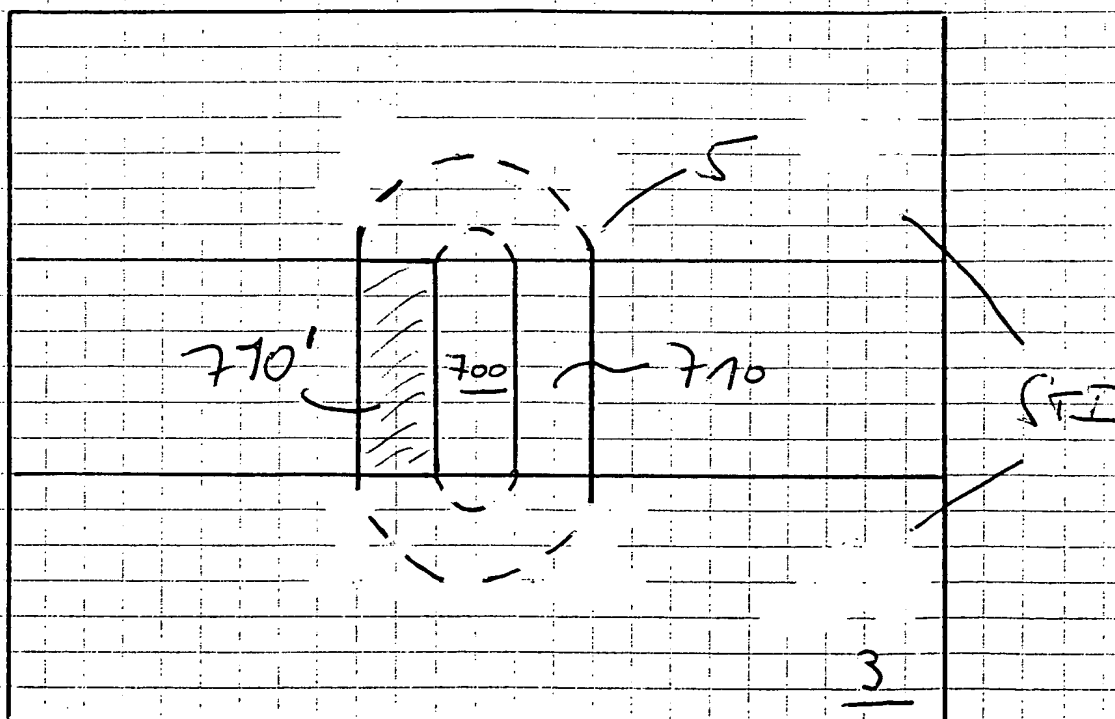


Fig. 8I

38/45

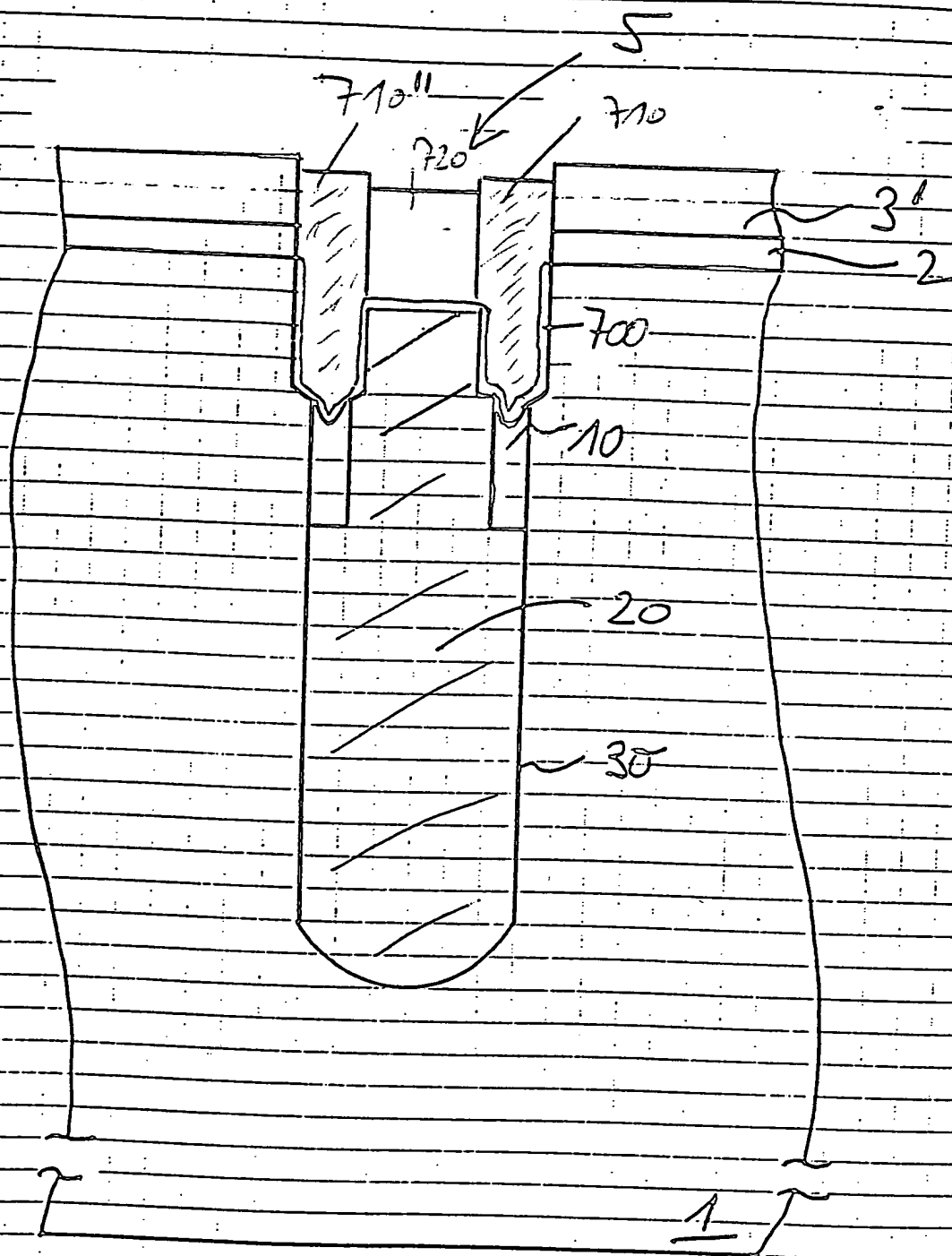


fig.

87

39/45

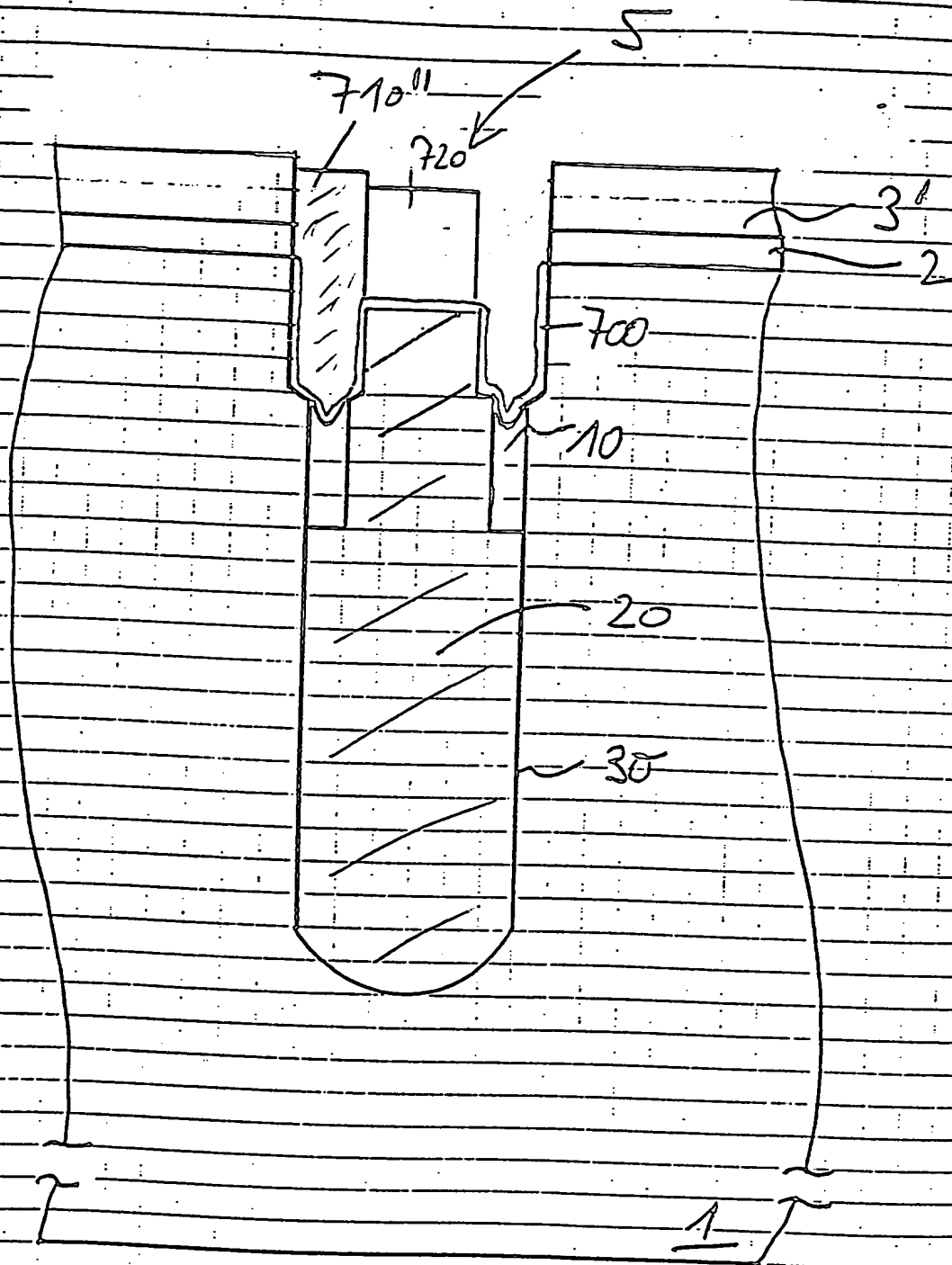


fig 8K

40/45

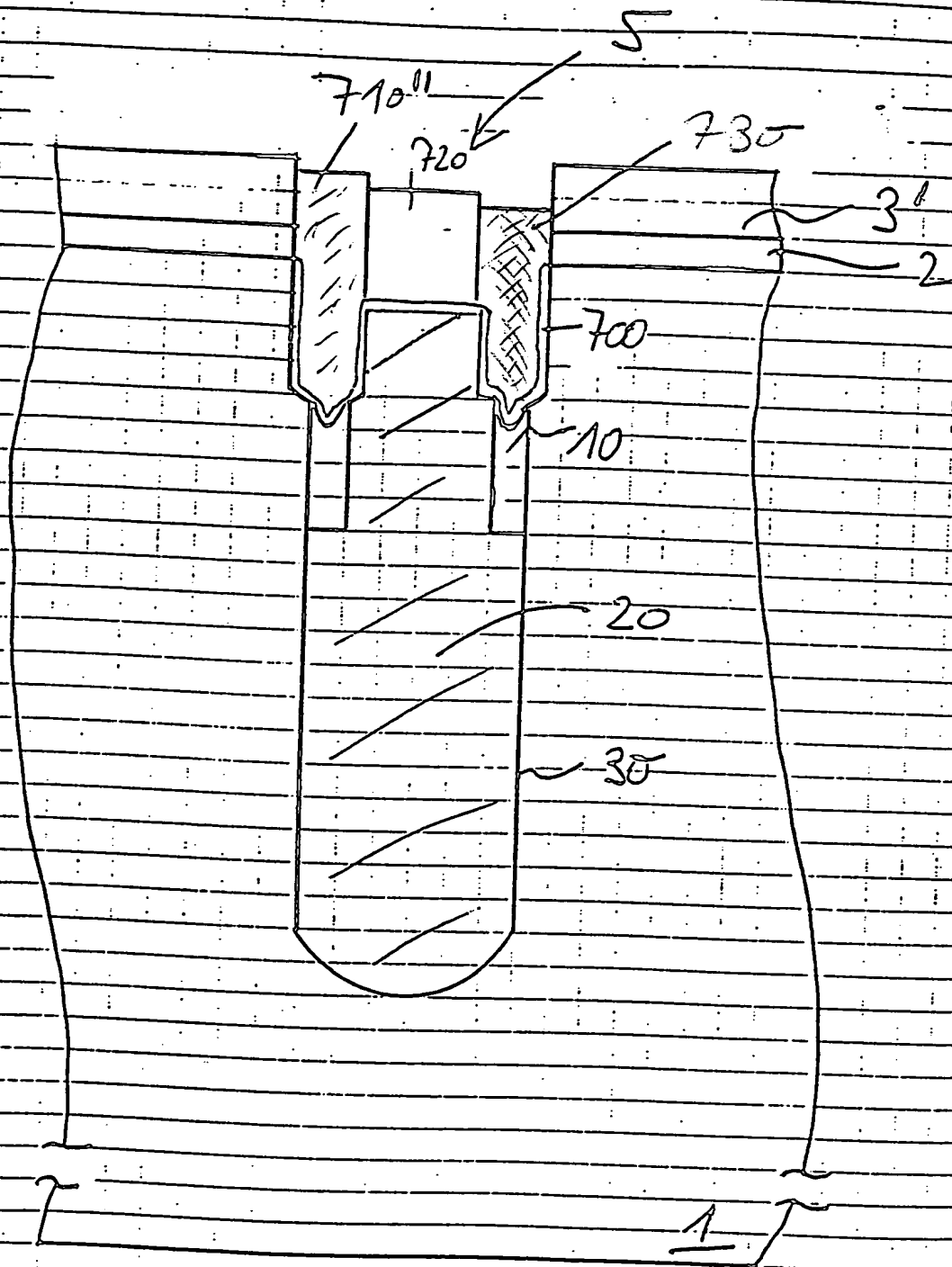


Fig 8L

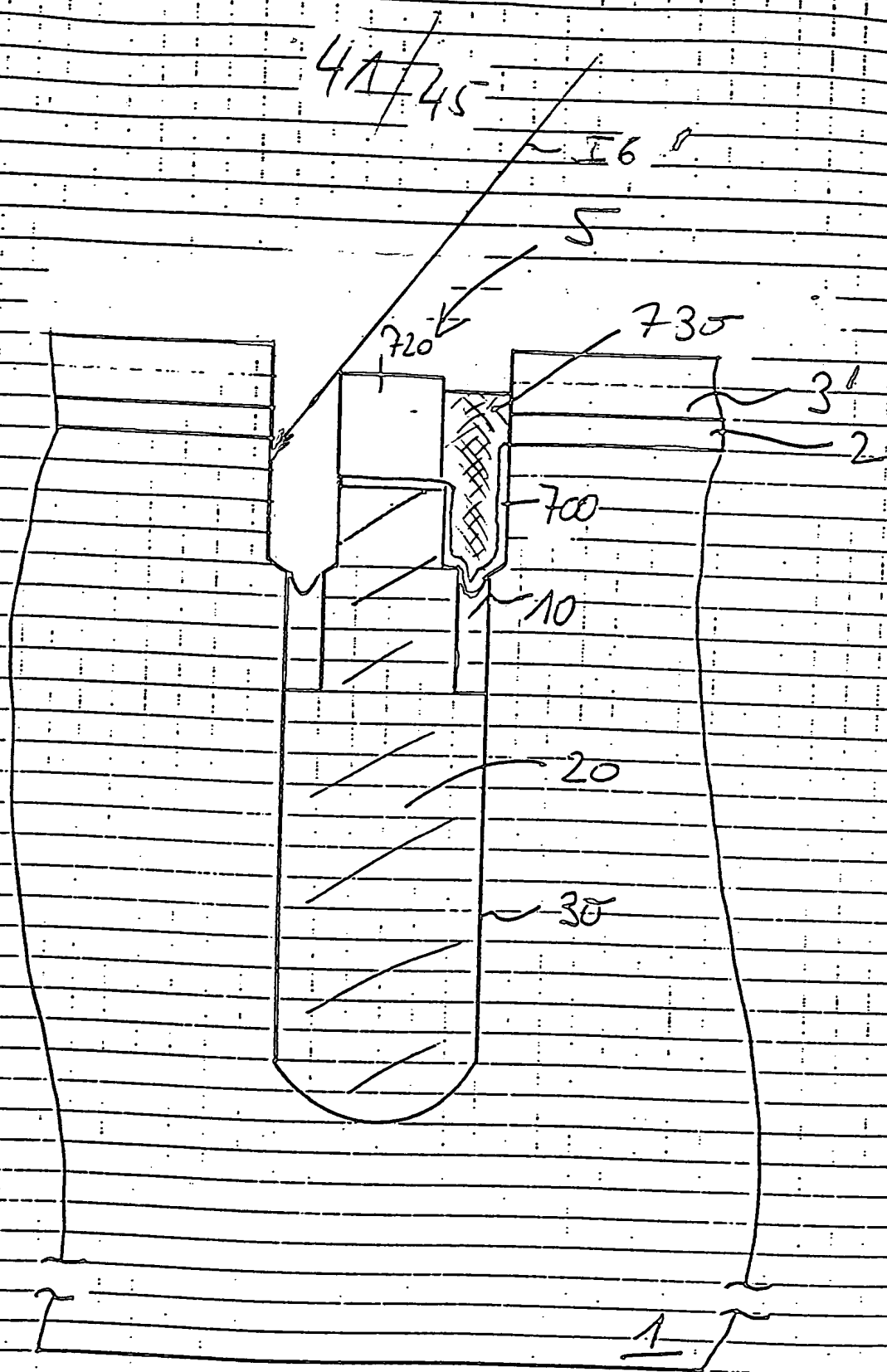


Fig 8M

4.3/45

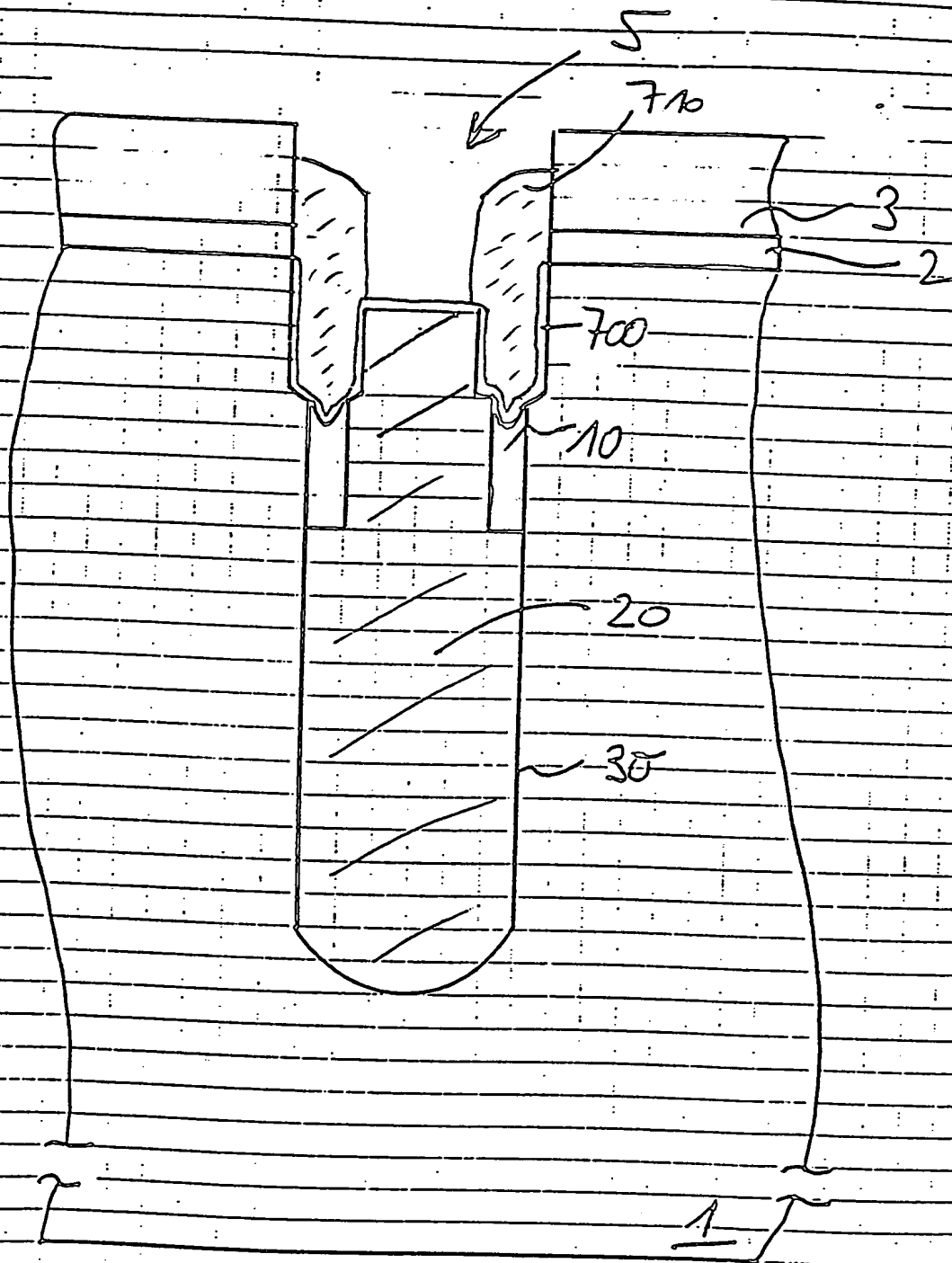


Fig. 9A

A hand-drawn schematic diagram of a mechanical assembly, likely a pump or valve mechanism, shown in a cross-sectional view. The diagram is drawn on lined paper and includes the following labeled components:

- 810**: Points to a rectangular block at the top left of the assembly.
- 5**: Points to a horizontal passage or channel at the top.
- 710**: Points to a vertical component on the left side.
- 720**: Points to a vertical component in the center.
- 710**: Points to a vertical component on the right side.
- 700**: Points to a horizontal passage or channel in the middle.
- 10**: Points to a small vertical component at the bottom of the central passage.
- 20**: Points to a large, rounded, shaded area at the bottom, possibly a piston or a reservoir.
- 30**: Points to a horizontal passage or channel at the bottom.
- 3'**: Points to a horizontal passage or channel on the right side.
- 2**: Points to a horizontal passage or channel on the right side.
- 800**: Points to a horizontal passage or channel at the top right.
- 1**: Points to a horizontal passage or channel at the bottom right.

Fig. 9 B

4 5/45

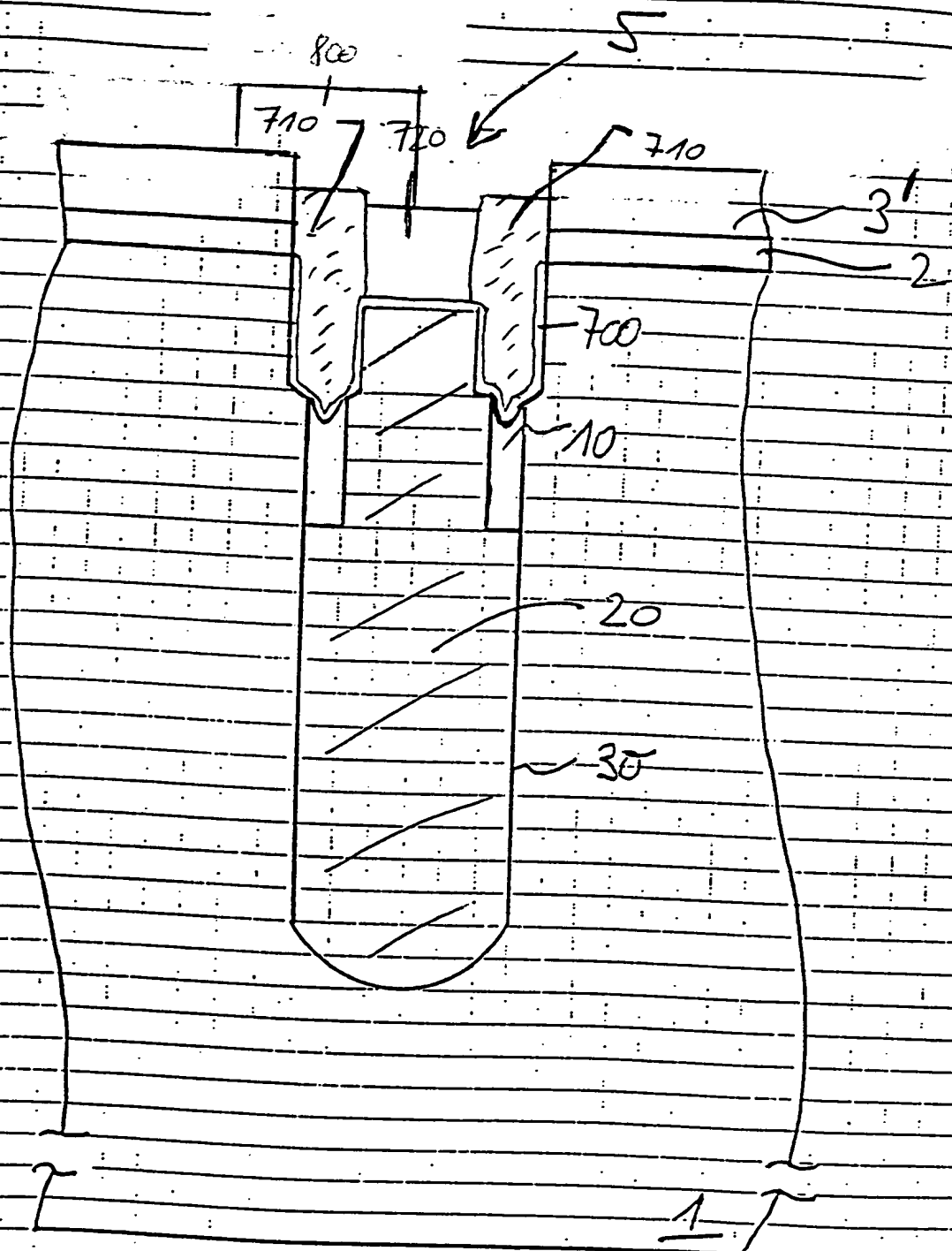


Fig 5C